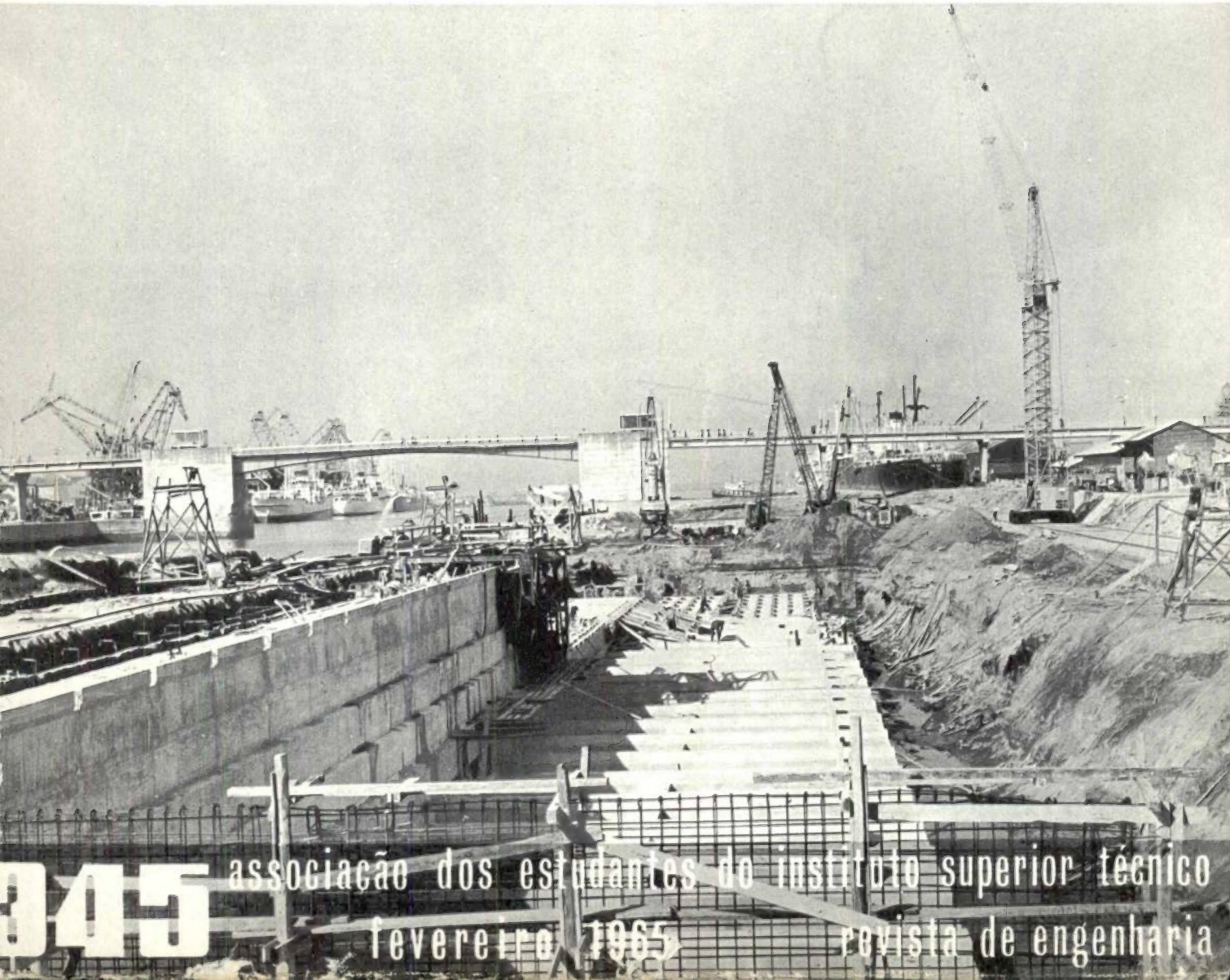
técnica



345

associação dos estudantes do instituto superior técnico

fevereiro 1965

revista de engenharia

CIMENTO SECIL

Fábrica:

Outão – Setúbal

Telef. 228824/5

Escritório:

R. do Comércio, 56-3.º

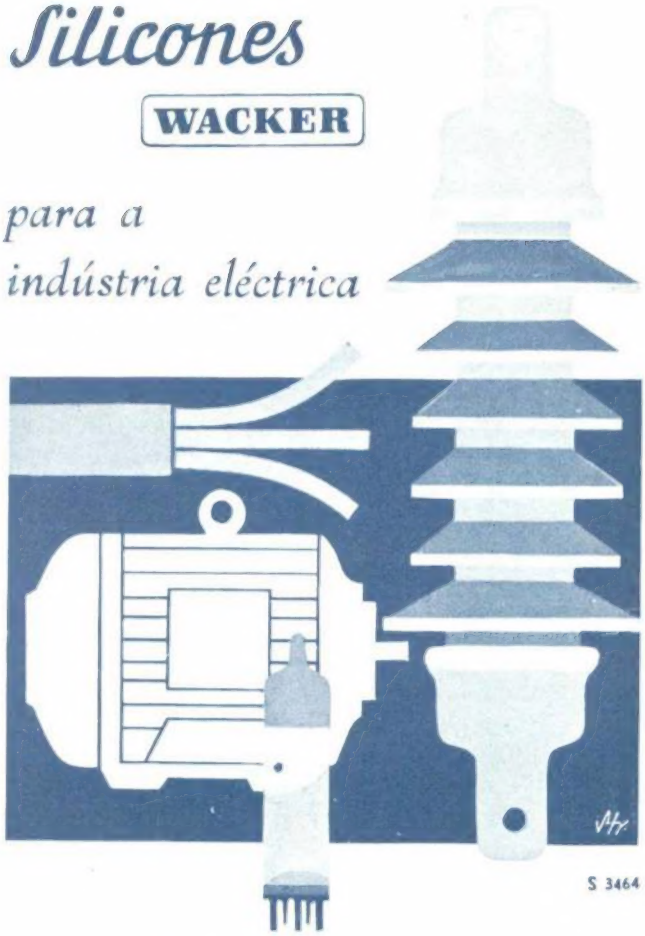
LISBOA 2

Telef. 328201 2/3

Silicones

WACKER

para a indústria eléctrica



S 3464

Cauchú de Silicone

Têm vindo a ser aplicadas com êxito peças moldadas e extrudadas de cauchú de silicone vulcanizável a quente como material elástico e resistente às temperaturas e ao envelhecimento, para diversos fins técnicos e como isolamento de cabos de alta resistência dieléctrica. O cauchú de silicone emprega-se em forma de dispersão para a impregnação da seda de vidro, amianto e tecidos orgânicos.

Cauchú de silicone vulcanizável a frio é aplicado como material hidrófugo e dieléctrico de vedação e de embutir para peças eléctricas de grande valor e, além disso, como material para fabricação de moldes elásticos. As referidas massas endurecem à temperatura ambiente e podem ser fornecidas transparentes e pigmentadas.

WACKER

WACKER-CHEMIE GMBH

8 Muenchen 22, Alemanha

Esclarecimentos pormenorizados e literatura fornece a nossa representação

QUÍMICA HOECHST, LIMITADA

Rua Sá da Bandeira, 651-1.º — Porto

Av. Duque d'Ávila, 169-1.º — Lisboa-1

confiança para a construção com

materiais novobra

EM BETÃO PRÉ-ESFORÇADO

pavimentos
coberturas
vigas de grande vão
asnas
perfis

SOCIEDADE DE PRÉ-FABRICAÇÃO E OBRAS GERAIS, NOVOBRA, LDA.
AV. EST. UNIDOS DA AMÉRICA, 100, 5.º D. - TEL. 774832/766446 - LISBOA-5

TÉCNICA

Redacção e Administração: AVENIDA ROVISCO PAIS, I.S.T. * TELEF. 775449 * LISBOA-1

— DIRECTOR
J. F. GOMES DE PINA
— ADMINISTRADORES
J.F.CAETANO GONÇALVES
ASSIS F. MARTINS
— SECRETARIO
J. M. COSTA MONTEIRO
— REDACTORES
HELENA ALVES
BARBOSA COLEN
GIRÃO PINA

EDITOR E PROPRIETÁRIO
ASS. DOS EST. DO IST

PUBLICAÇÃO PERIÓDICA
MENSAL

ANO XL N.º 345
FEVEREIRO DE 1965

ASSINATURAS:

	3 N.os	5 N.os	10 N.os
Continente e Ilhas	37$50	60$00	110$00
Ultramar Português e Espanha	—	85$00	120$00
Estrangeiro	—	70$00	130$00

NUMERO AVULSO 15$00

COMPOSTO E IMPRESSO
NA
Tip. JORGE FERNANDES, L.DA
RUA CRUZ DOS POIAIS, 103
LISBOA

SUMÁRIO

CAPA — 300 metros de cais em fundos de (—11,00) sobre estacas de grande diâmetro. — Projecto e execução de Construções Técnicas, Lda.

Págs.

O baixo forno a oxigénio e a valorização de minérios de Moncorvo
Por Manuel Chagas Roquette 281

Regulação sintética da produção num estaleiro naval
Por Caetano Carreira 287

A utilização de computadores no dimensionamento de vigas de betão pré-esforçado
Por Luciano Lobo 317

Estudo de um movimento vibratório não linear do tipo $k(x \pm \varepsilon x^3)$
Por Henrique Luís Sanches e Brito 339

Do Mundo Técnico 351

Biblioteca 361

OS ARTIGOS PUBLICADOS NESTA REVISTA SÃO DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDADE DOS AUTORES

Índice Alfabético dos nossos anunciantes

A — Pág.

Aguiar & Melo, Lda. XXXV
A. Johnson & Co (Portugal), Ltd. . . XXXIV
Asea Eléctrica Ld.ª XXVI

B

Petróleos BP XXX

C

CIDEX IV
CIDLA XXIV
Cimento Secil . . . . . 2.ª da capa
Companhia de Cimentos Brancos . . VIII
Companhia Portuguesa de Fornos Eléctricos XXXVI
Companhia Portuguesa de Trefilaria XXXII
Companhia União Fabril XIV
C. Santos, Ltd.ª . . . . . VI e XLIIII
Construções Técnicas XXIX

D

Du Point IX

E

Electrotécnicos Reunidos XXVIII
Electro-Arco, Ltd.ª IV
Empresa de Cimentos de Leiria . . XLI
Empresa Electro Cerâmica XXXIII
Empresa de Produtos Asfálticos. . . X
Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ltd.ª . . . . . 3.ª da capa
Empresa Técnica de Equipamentos Eléctricos XI
Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações XX

F

Fábrica Portugal II
Fanafel XVI
Fassio, Ld.ª XX
Fundações Franki, Lda. I

G

George Fischer XXXI
Guedes & Almeida, Lda. XL

H

Harker Sumner & C.ª, Ltd. XXXIX

I

Impermeábilis XXVI
I. S. T. XLIV
Isolux, Lda. XXXII

J — Pág

Jayme da Costa, Lda XIX
J. J. Gonçalves, Suc. XXVII
Johann Keller XLIV

M

MAGUE XIII
Monteiro Gomes, Lda. XXXVIII
Monterroso & C.ª, Lda. XLII

N

Novobra, Lda. . . . . 2.ª da capa

O

Orlando Fernandes XVI

P

Patrick Thompson, Lda. XLIV
Pimentel & Casquilho, Ltd.ª III

Q

Quimicor, S.A.R.L. XXIII
Química Hoechst . . . . . 2.ª da capa

R

Romar XVII

S

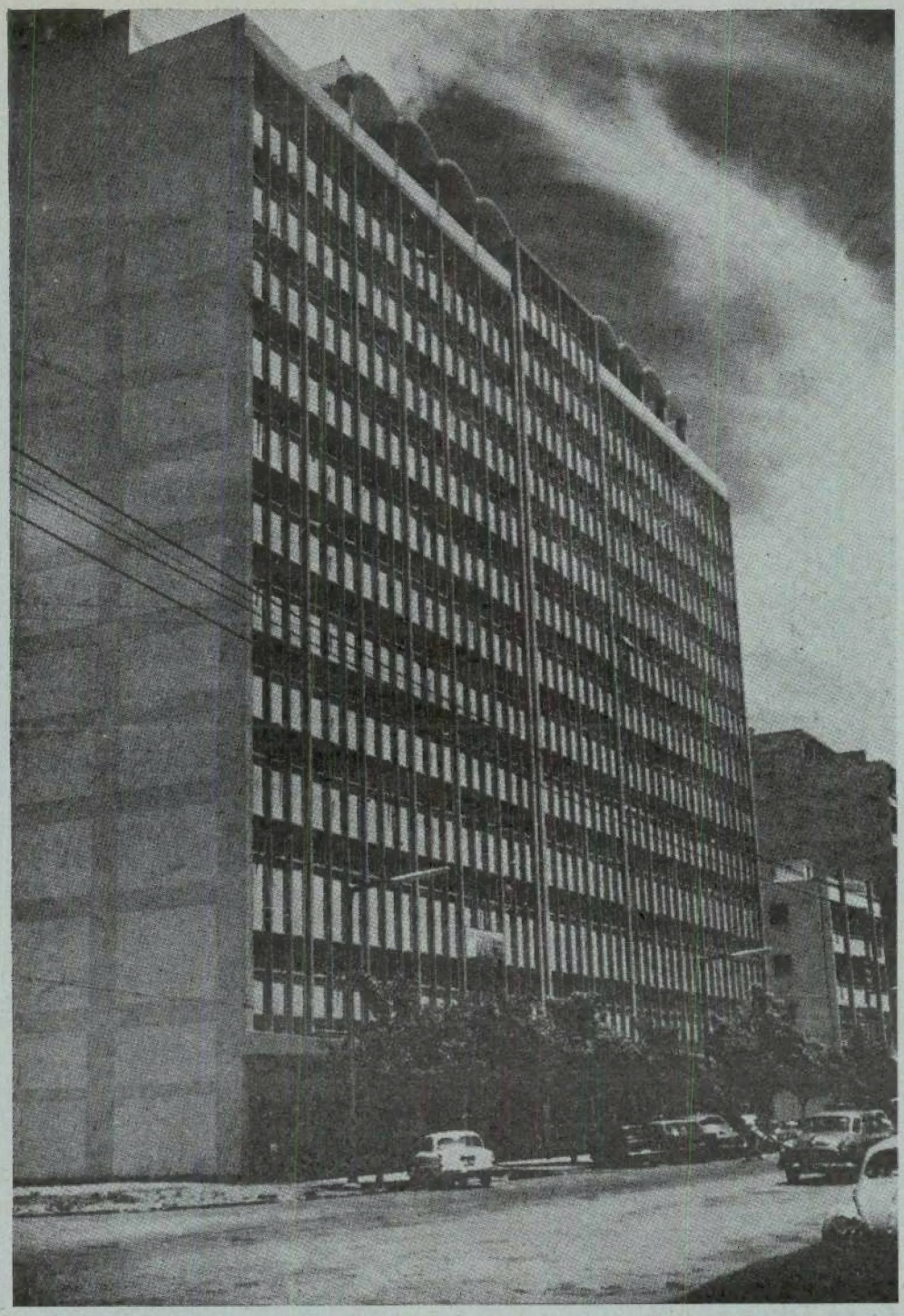
Siemens XXV
SMEIA XV
Sociedade de Electricidade Brown Boveri . . . . . 4.ª da capa
Soc. Michaelis de Vasconcelos . . . XII
Sociedade Industrial Metalúrgica . XXXIII
Sociedade Portuguesa Cavan . . . VIII
Solari XXVI
Sondagens e Fundações A. Cavaco . IV
Sondagens Ródio, Ltd.ª XXXIII
Sorval XXXVII
Sotécnica XLIV
Standard Eléctrica VII
S. T. E. T. XXI

V

Vasco Pessoa, Lda. XXXII
Von Roll V

W

Wild Portugal, Lda. XVII



Prédio CARDOSO & REIS — Lourenço Marques (Portugal)

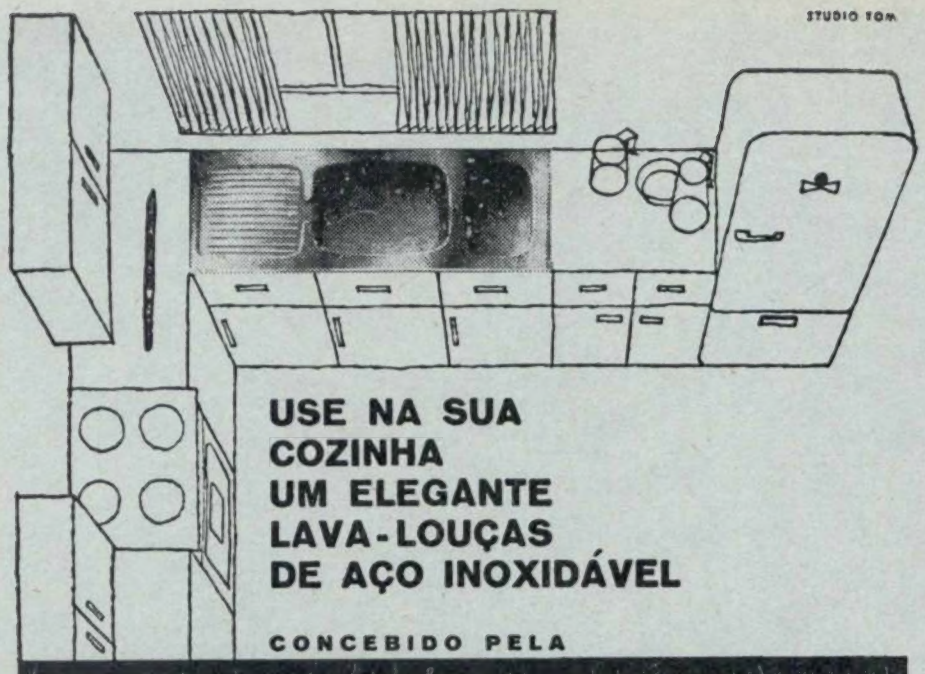
ASSENTE SOBRE 177 ESTACAS FRANKI

FUNDAÇÕES FRANKI, L.DA

RUA BRAAMCAMP, 13, 3.º — **LISBOA-1** — TELEFONE P. P. C. 73 41 12 — ENDEREÇO TELEGRÁFICO: **FRANKI** — **LISBOA**

PRÉDIO SANTOS GIL, 6.º ANDAR — SALA 10 — TELEFONE 9 11 67 — CAIXA POSTAL N.º 1397

ENDEREÇO TELEGRÁFICO: **FRANKI — LOURENÇO MARQUES**

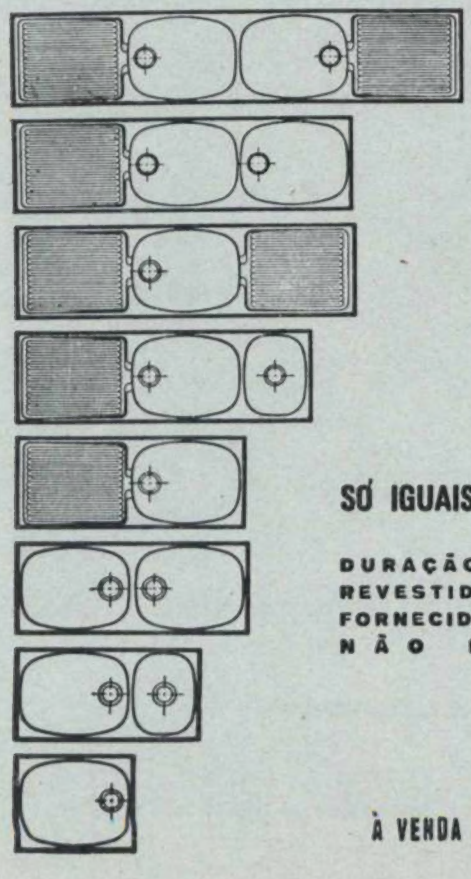


USE NA SUA COZINHA UM ELEGANTE LAVA-LOUÇAS DE AÇO INOXIDÁVEL

CONCEBIDO PELA

FABRICA PORTUGAL

PARA MODERNIZAR OS LARES DE PORTUGAL



APRESENTADOS EM

8 MODELOS

"STANDARD"

EXECUTAM-SE FORA DE SÉRIE, MODELOS ESPECIAIS PARA GRANDES INSTALAÇÕES

SÓ IGUAIS AOS MELHORES ESTRANGEIROS

DURAÇÃO ILIMITADA • HIGIÉNICOS
REVESTIDOS DE ISOLAMENTO ESPECIAL
FORNECIDOS COM SIFÃO DE SEGURANÇA
NÃO PARTEM A LOUÇA

À VENDA NAS BOAS CASAS DA ESPECIALIDADE

PIMENTEL & CASQUILHO, L.DA

QUASE 40 ANOS AO SERVIÇO DA ENGENHARIA PORTUGUESA

GRANDE SORTIDO DE INSTRUMENTOS DE PRECISÃO, CIENTÍFICOS E INDUSTRIAIS

RUA JARDIM DO REGEDOR, 24, 2.º
LISBOA
TELEF.: 32 43 14 — 32 42 48 ✦ TELEG.: TECNA

Bombas centrífugas «PACIFIC»

Construídas por

Batignolles - Chatillon

Especialmente destinadas para:

— Petróleos
— Indústrias químicas
— Construções navais
— Centrais eléctricas
— Alimentação de caldeiras
— Etc., etc.

Sob as condições de funcionamento seguintes:

— Débitos: 1 m³/h a 10.000 m³/h
— Pressões: altas e baixas
— Temperaturas: −180° C + 600° C
— Líquidos: corrosivos ou não

Para estudos e orçamentos, consultar o representante em Portugal:

CIDEX — Comércio Internacional
e Representações Industriais, Lda.

Av. Casal Ribeiro, 46-2.º/Telef. 73 53 07/LISBOA 1

Pesquisas e captações de água

Sondagens

Rebaixamento de níveis aquíferos

Injecções e consolidações de terrenos

Fundações

Estacas de betão

SONDAGENS E FUNDAÇÕES A. CAVACO, LDA.

R. RODRIGO DA FONSECA, 62, R/C ESQ. — LISBOA-1
— TELEF. 73 35 48 - 5 95 62 - 55 36 73

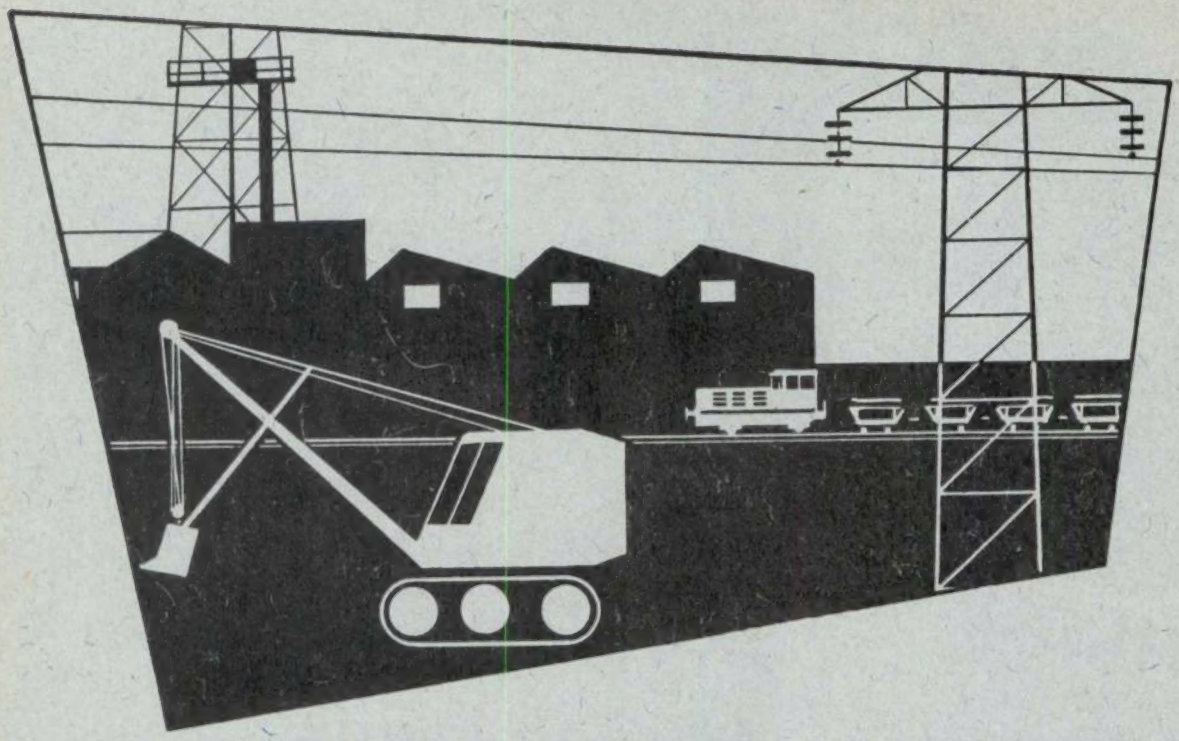
ELECTRO-ARCO
LIMITADA

ELECTRODIOS
POSTOS E ACESSORIOS
PARA A SOLDADURA ELECTRICA

MATERIAL APROVADO PELO
LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING

FÁBRICA E LABORATÓRIOS
VENDA NOVA — AMADORA
LISBOA
RUA SILVA CARVALHO, 239 — TEL 683649
PORTO
RUA DO BOLHÃO, 216 — TEL 21277

Válvulas de cunha, para vapor
Placas de obturação articuladas sobre uma esfera. Estanqueidade permanente
1 Válvulas de passagem
Sede de estanqueidade e haste de aço inoxidável
2 Válvulas para matérias pastosas
Sem necessidade de conservação (sem prensas-estopa nem tampas de limpeza)
3 Válvulas de sede obliqua
para ácidos. Liga cromo-niquel-molibdeno
4 Válvulas de membrana de borracha
Sem prensa-estopa
5 Válvulas de macho
Com elevada resistência aos ácidos
6 Válvula de cunha Sem prensa-estopa
VON ROLL S.A.
Fábricas de Klus (Suiça)
Representantes em Portugal:
Socotel, Lda.
Rua Sá da Bandeira, 651-4°, Porto
Tel. 27013
à frente no progresso da construção de válvulas
1
2
3
4
5
6
VON ROLL



MERCEDES-BENZ

MOTORES INDUSTRIAIS DIESEL

MOTORES PARA TODAS AS APLICAÇÕES INDUSTRIAIS
FAMOSOS EM TODO O MUNDO PELA SUA GRANDE ROBUSTÊS. ECONOMIA
DE CONSUMO E FACILIDADE DE MANUTENÇÃO
MODELOS DESDE 15 A 2.500 H. P.

EM ARMAZÉM:

MODELO M B 841 B	25 H. P. — 1.000 R. P. M.
MODELO M 202 B	55 H. P. — 1.200 R. P. M.
MODELO M 203 B	90 H. P. — 1.200 R. P. M.
MODELO M 204 B	120 H. P. — 1.200 R. P. M.

OUTROS MODELOS PARA ENTREGA MUITO RÁPIDA

MOTORES A 4 TEMPOS · ARREFECIMENTO POR ÁGUA
ARRANQUE A AR COMPRIMIDO OU ELÉCTRICO

REPRESENTANTES C. SANTOS, S. A. R. L. — DIVISÃO MARÍTIMA E INDUSTRIAL

29, AV. DA LIBERDADE, 41 — LISBOA
160, R. DE S.ta CATARINA, 168 — PORTO

NOVOS COMPONENTES ELÉCTRICOS EM PARIS... MAS TAMBÉM EM PORTUGAL

Os mais recentes produtos da ITT são expostos na feira de componentes de Paris de 8 a 13 de Abril.

Convidamo-lo a visitar o pavilhão da ITT Standard :

É uma excelente ocasião para se inteirar dos múltiplos campos de aplicação que estes novos componentes oferecem.

Se não puder visitar Paris, será com prazer que lhe enviaremos informações sobre a nossa linha completa de componentes, que se estende desde os micro-módulos às válvulas gigantes de emissão.

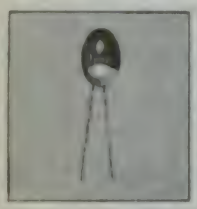
Consulte pois a :

Standard Eléctrica, em Lisboa

na Av. da India

ou pelo

Telefone 63.81.71.



Condensadores de tântalo miniatura.

Transistores planar epitaxiais.

Relés com contactos molhados por mercúrio.

Interruptores subminiatura.

Rectificadores de silício « Silring », incluindo o tipo avalanche de 1A e 5A.

Cinescópios (25 polegadas).

UMA ASSOCIADA DA ITT

Standard Electrica S.A.R.L.

O EMPREGO DO CIMENTO BRANCO...

permite acabamentos mais perfeitos, mais duradouros e muito mais económicos

Estude a vantagem do emprego do

CIMENTO BRANCO LUSO

Consulte os distribuidores gerais

No Sul: **SCIAL** — T. do Corpo Santo, 15 — Telef. 66 61 86 — Lisboa
No Norte: **SCIAL** — R. do Bonjardim, 205 — Telef. 2 5779 — Porto

CAVAN

SOCIEDADE PORTUGUESA

✸

POSTES DE BETÃO PARA LINHAS ELÉCTRICAS
MOSAICOS E AZULEJOS

COLUNAS PARA ILUMINAÇÃO PÚBLICA
MANILHAS PARA ESGOTOS

✸

RUA D. ESTEFÂNIA, 94-A
TELEF. 47812-50129
LISBOA

DELRIN®

Resinas de acetal

ZYTEL®

Resinas de nylon

TEFLON®

Resinas fluorcarbonetadas

ALATHON®

Resinas de polyetileno

LUCITE®

Resinas acrilicas

TYNEX®

Monofilamentos de nylon

BUTACITE®

Folhas de butyral polivinylicas

MATÉRIAS-PRIMAS PLÁSTICAS

DU PONT

COISAS MELHORES PARA VIVER MELHOR...
GRAÇAS A QUIMICA

Matérias-primas para:

MOLDAÇÃO: por compressão, injecção e sopro

EXTRUSÃO

Recobrimento de superficies metálicas, fios eléctricos e cabos, etc.

PEÇAS INDUSTRIAIS DE TODOS OS TIPOS

APARELHAGEM ELECTRO-DOMESTICA

CONSTRUÇÃO CIVIL

PARA MAIS COMPLETA INFORMAÇÃO CONSULTE OS SERVIÇOS TÉCNICOS DO:

DISTRIBUIDOR EM PORTUGAL

ANJOS PEREIRA & C.ª, L.DA

Rua D. João V, n.º 7, 1.º, Dt.º

Telex STAG LISBOA Tel. 684141

(R) MARCAS REGISTADAS DA DU PONT.

Celulite

ISOLAMENTO TÉRMICO DAS CONSTRUÇÕES

PAVIMENTOS
*
TECTOS
*
PAREDES
*
CÂMARAS FRIGORÍFICAS
*
ISOLAMENTOS INDUSTRIAIS

Terraços e pavimentos isolados com CELULITE no edifício da Comp.ª de Seguros Fidelidade — P. das Águas Livres — Lisboa

SETH, LDA. • RUA FILIPE FOLQUE, 10-1.º • TEL. 73 01 56 — LISBOA

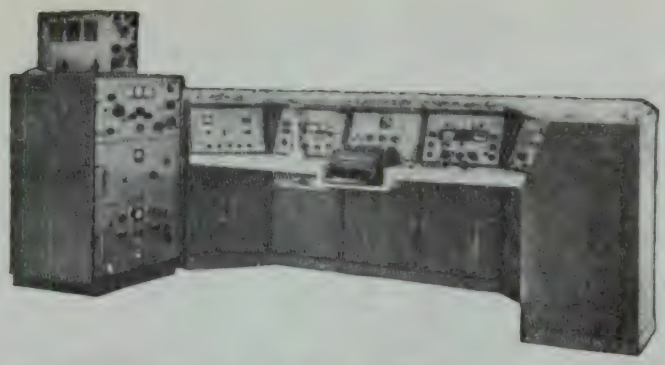
Para impermeabilizar terraços, paredes, fundações, etc.

COLAGEM DE TACOS DE MADEIRA

TELEF. 73 0156 TELEG. EPALDA — LISBOA

EMPREZA DE PRODUCTOS ASFÁLTICOS
IMPERMEABILISADOR
IMEPA
RUA FILIPE FOLQUE, 10-1.º-LISBOA

FÁBRICA EM SACAVÉM

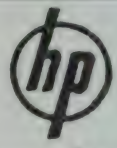


Comunicações

equipamentos
e sistemas completos

- Cuidadosamente projectados
- Amplamente experimentados
- Completamente integrados

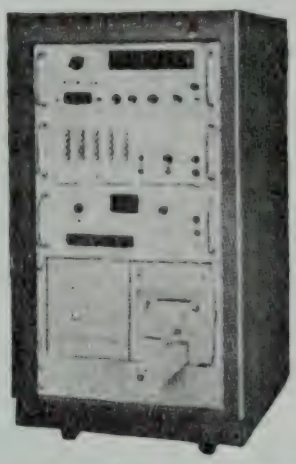
THE TECHNICAL MATERIEL CORPORATION

HEWLETT  **PACKARD**

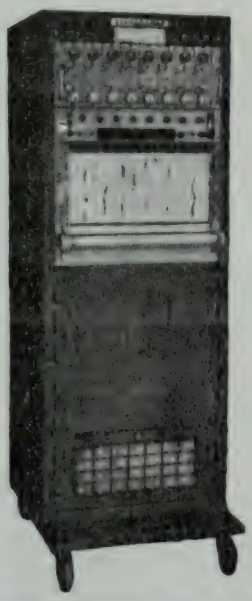
aparelhagem electrónica de medida e registo

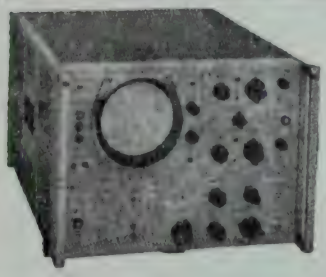
Osciloscópios, Oscilógrafos, Voltímetros electrónicos, Geradores de sinal, Contadores electrónicos, Registadores digitais, Fontes de alimentação

Registador digital Dymec



Registador Sanborn





Osciloscópio HP

Contador Electrónico HP

TELECTRA EMPRESA TECNICA DE EQUIPAMENTOS ELECTRICOS, S.A.R.L.

ATELIERS DE CONSTRUCTION OERLIKON

Relés extractíveis

para protecção de instalações eléctricas de todo o género

Outros produtos:

Alternadores
Transformadores
Disjuntores
Quadros de comando
Tracção eléctrica
Rectificadores
Electrolisadores
Electroímãs

Ateliers de Construction Oerlikon
Zurich 50 · Suisse

57832. F

Representantes para Portugal e Ultramar: **Sociedade Michaëlis de Vasconcellos, Lda.**

PORTO — P. da Liberdade, 114, 3.º LISBOA — Av. Marquês de Tomar, 94

técnica

DIRECTOR: J. F. GOMES DE PINA

Ano XL — N.º 345 Fevereiro de 1965

C. D. U. 669.041 : 622.341 (469)

O BAIXO FORNO A OXIGÉNIO E A VALORIZAÇÃO DE MINÉRIOS DE MONCORVO

POR MANUEL CHAGAS ROQUETTE
Eng.º Químico-Industrial Diplomado (IST)

RESUMO

Está ainda em fase experimental a utilização do baixo forno a oxigénio, numa época em que o emprego do oxigénio é prática corrente em vastos domínios da metalurgia e da siderurgia. Por esse motivo pareceu-nos útil a divulgação de dados resultantes de experimentação realizada a partir de matérias-primas nacionais.

I — O PROBLEMA DO APROVEITAMENTO DOS MINÉRIOS DE MONCORVO

O minério de Moncorvo além de pobre contém estéril ácido, o que o não valoriza; o seu teor em fósforo (0,30 a 0,50 P) também não contribui para melhorar o seu interesse. É, em resumo, matéria-prima pobre e bastarda. Mas é a maior reserva de ferro de que dispomos na Metrópole, com interesse já à escala europeia, e mal ficaria aos técnicos e economistas portugueses se não esgotassem todas as possibilidades de resolver o problema de Moncorvo, antes de o considerarem insolúvel. São típicas as seguintes análises (Quadro ao lado):

	Minério pobre	Minério escolhido
Fe	38,6 %	52,5 %
Mn	0,04 %	0,08 %
S	0,02 %	0,014 %
P	0,51 %	0,364 %
As	0,01 %	0,01 %
SiO_2	34,87 %	16,95 %
$O_3Al_2 + TiO_2$	5,51 %	4,05 %
OCa	0,36 %	0,20 %
OMg	0,24 %	0,25 %

Nas condições da actual conjuntura siderúrgica, e dentro do que se pode prever nos próximos anos, a exportação do minério de Moncorvo não se revela interessante, nem sob o ponto de vista empresarial nem sob o ponto de vista nacional. Por exemplo, uma exploração mineira conduzida para a preparação de minério com cerca de 50 % Fe e 20 % de SiO_2 leva a rejeitar quantidade enorme de minério de teor mais baixo — pode afirmar-se que, por cada milhão de toneladas de minério com aquela análise, haverá que lançar para o escombro dois milhões de toneladas de minério de ferro!!

Mesmo o minério assim enriquecido encontra dificuldade, senão impossibilidade, em chegar em condições competitivas aos grandes centros siderúrgicos internacionais, tal é o ónus dos transportes (camion dentro da mina a céu aberto, cabo aéreo até à estação de via reduzida, caminho de ferro de via reduzida, transbordo da via reduzida para a «via larga» do Douro, caminho de ferro do Douro, embarque em Leixões, transporte marítimo de Leixões até porto de mar estrangeiro, transbordo para barcaça ou caminho de ferro até local de destino . . .). Assim e a título de elucidação, indicamos alguns preços de minérios de ferro, no Ruhr, em Julho de 1960:

	Origem	Teor médio Fe %	Escudos/t	Unidade/Ferro	
				DM	ESC.
Moncorvo	Portugal	46	276	0,87	6
Geislingen	Alemanha	35	171,5	0,70/0,72	4,83/4,97
Bomi-Hill	África	65	364	0,81	5,60
Maramba	África	65	364	0,81	5,60

Há que observar que enquanto minérios pobres nativos da Europa (como o de Geislingen, apresentado no quadro acima), e os minérios de Lorena, vêm acompanhados de estéreis básicos que os tornam auto-fundentes, o que os valoriza, as impurezas do nosso minério, são infelizmente, constituídas por grande quantidade de sílica, o que o desvaloriza fortemente.

Os minérios de África e da América do Sul, que em tão grande parcela estão já a abastecer os centros siderúrgicos europeus, além de ricos, são onerados com encargos muito mais reduzidos de transportes.

Dos sistemas de valorização de minérios pobres conhecidos até 1961 (data dos ensaios com o baixo forno a oxigénio), foram considerados os métodos de redução directa, e dentre estes o processo Krupp-Renn, os que maiores possibilidades tecnológicas apresentavam para valorização do minério de Moncorvo.

O sistema Krupp-Renn emprega fornos rotativos, do tipo dos utilizados na indústria dos cimentos, nos quais o minério, com a granulometria adequada é reduzido com carvão pulverizado, obtendo-se grãos de escória e de partículas metálicas (lupas). Estas últimas, que apresentam concentração apreciável em ferro (de 90 a 95 % Fe em média) são separadas da ganga que as envolve por moagem e tratamento magnético.

II — O BAIXO FORNO A OXIGÉNIO EM METALURGIA

O baixo forno é, em linhas gerais, um forno de cuva, de pouca altura (número dígito de metros), em oposição ao alto forno. A sua utilização em metalurgia e siderurgia restringe-se, ainda hoje, a centros de estudo e ensaios, entre os quais Liège, subsidiados por várias organizações internacionais, e a alguns meios industriais evoluídos, onde é empregado, quer para ensaios, quer para fabricações especializadas. É este último caso da Gerlafingen, da sociedade suíça Von Roll, e onde se efectuaram as fusões de lupas de Moncorvo.

Se sob o ponto de vista técnico as possibilidades do baixo forno, que se revela um potente meio de fusão, são enormes, sob o ponto de vista económico — afinal o objectivo último de qualquer realização industrial — surgem dúvidas e hesitações, cujo esclarecimento se impõe, antes de se tomarem rumos. São óbvias algumas das vantagens do baixo forno:

— utilização de cargas sem as características mecânicas exigidas pelo alto forno, e portanto possibilidade de trabalhar com matérias primas mais baratas;
— maior possibilidade de recurso a temperaturas elevadas, sobretudo quando se verifica a utilização simultânea de carboneto de cálcio e ar enriquecido com oxigénio (técnica empregada em Gerlafingen);
— muito menor custo de investimento.

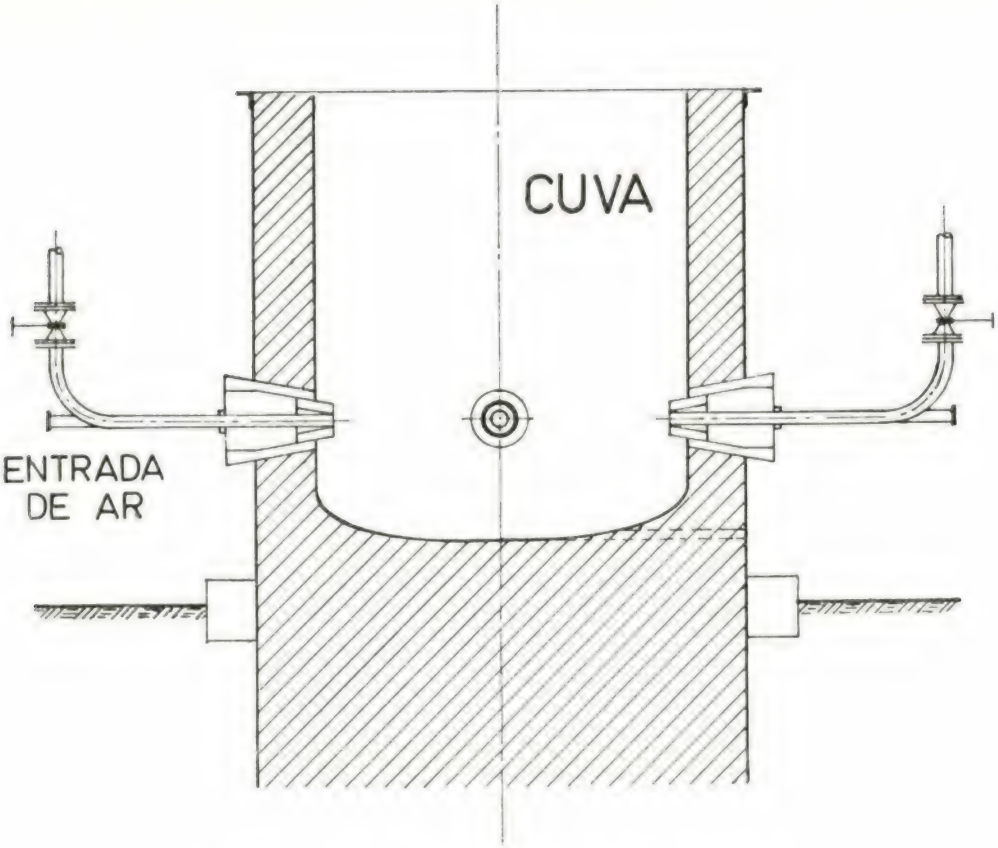


Fig. 1 — Corte esquemático de baixo forno a oxigénio

Mas por outro lado, a técnica do alto forno evolucionou na última dezena de anos, de modo que se poderá considerar revolucionário num instrumento siderúrgico tão antigo, melhorando rendimentos e condições de trabalho. São bem conhecidas as condições de permuta e economia de calor entre sólidos e gases, na instalação do alto forno, que é, ao mesmo tempo, órgão de redução e fusão e eficiente sistema de permutação de calor. O baixo forno com a sua pequena altura muito difìcilmente se aproxima, sob este aspecto, do alto forno, e se a ele são adicionados sistemas de permuta e recuperação de calor, isso corresponde a diminuição nítida da última vantagem a que aludimos (menor custo de investimento). O caminho a percorrer pelo baixo forno é ainda longo e ninguém pode garantir como decorrerá o seu futuro, e mesmo no caso de vir a impor-se, quais as alterações que se deverão introduzir no processo.

Mas assim como não é possível «a priori» aprovar o baixo forno, ainda em fase experimental ou incipiente, também não pode ele ser condenado por não ter dado as suas provas definitivas. Não nos devemos esquecer que todos os processos siderúrgicos e metalúrgicos, considerados hoje seguros e clássicos, tiveram também início de vida experimental por vezes difícil e bem longo. Ao acaso pensamos no forno eléctrico de soleira rotativa, ideia que apareceu na década de 1920, e que só foi realidade industrial trinta anos depois em moldes totalmente diferentes dos iniciais, e ainda tão recentemente na peletização de minérios de ferro, que de tentativa tímida se transformou num processo que já permite valorizar dezenas de milhões de toneladas por ano.

III — O BAIXO FORNO A OXIGÉNIO NUM POSSÍVEL ESQUEMA DE APROVEITAMENTO DE MINÉRIO DE MONCORVO

Em 1958, 1960 e 1961 efectuou-se na Alemanha (Reinhausen, Wetter e Borbeck) e Suíça

(Gerlafingen) toda uma série sistemática de ensaios de valorização de minério de Moncorvo, que a seguir se resumem:

Junho de 1958 — Produção de lupas em forno piloto, em Reinhausen, a partir de minério de Moncorvo (38,6 % Fe) e antracite moída do Pejão. Com a lupa assim obtida produziu-se aço num forno eléctrico de 5 toneladas de capacidade (em Wetter) com cargas de 50 % lupa + + 50 % sucata e 75 % lupa + + 25 % sucata.

Julho de 1960 — Fabricação de lupas num dos fornos rotativos industriais de Borbeck (110 metros de comprimento), a partir de minério de Moncorvo e de finos de coque; este ensaio, embora em moldes industriais, foi na realidade uma experimentação preliminar, de curta duração, que preparou a série de ensaios do ano seguinte.

Junho de 1961 — Fabricação de lupas (de novo) num dos fornos rotativos de Borbeck, a partir de 6000 toneladas de minério de Moncorvo e de 2500 toneladas de carvão (antracite moída do Pejão e finos de coque).

Outubro de 1961 — Fusão e afinação de 400 toneladas de lupa (fabricadas no ensaio de Borbeck), no baixo forno de oxigénio de Gerlafingen (Von Roll — Suíça); cargas de 100 % de lupas; produção de aço laminado a partir da gusa líquida dessulfurada.

Com base nos ensaios realizados, e de acordo com a opinião de metalurgistas e economistas competentes, previram-se várias soluções de transformação em aço bruto da lupa produzida em fornos Krupp-Renn:

INSTALAÇÃO KRUPP-RENN

Lupa

Baixo Forno a Oxigénio	*Forno Eléctrico*
↓	↓
Gusa Dessulfurada	Aço (lingote)
↓	
Convertidor L D	
↓	
Aço (lingote)	

No esquema baixo forno-convertidor obter-se-ia a fusão e a dessulfuração de cargas de 100 % lupa no baixo forno a oxigénio; a gusa resultante no estado líquido seria afinada no convertidor LD para produção de aço. As necessidades de sucatas neste esquema seriam muito limitadas (da ordem de 2 % no baixo forno e de 17 % no convertidor), valores inferiores às quantidades de sucatas que, normalmete, se obtêm por retorno da laminagem.

No esquema do forno eléctrico admitia-se a utilização de cargas com 60 % de lupa e 40 % de sucata, o que importava o recurso a sucatas exteriores. Este facto e a circunstância de se exigirem determinadas condições de fornecimento de energia, por período grande ao longo do ano, a baixo preço, tornou menos aliciante o respectivo esquema.

IV — ENSAIOS EFECTUADOS COM O BAIXO FORNO A OXIGÉNIO

No baixo forno de oxigénio de Gerlafingen realizaram-se ensaios com cargas, primeiro com 75 % e depois com pràticamente 100 % de lupa, verificando-se a fusão e a dessulfuração de modo contínuo, sem qualquer perturbação.

Os ensaios foram feitos segundo o programa:

— carga 75 % lupas + 25 % sucatas, com ar enriquecido a 29 % O_2 e a adição de 4 % C_2Ca

— carga 100 % lupas, com ar enriquecido entre 28 % e 30,6 % O_2 e adições de 2 % e 4 % C_2Ca

A análise do gás de goela deu as seguintes oscilações:

CO_2 ..... 1,0 a 4 %
CO ..... 22, a 40,8 %
O_2 ..... 0, a 1,0 %

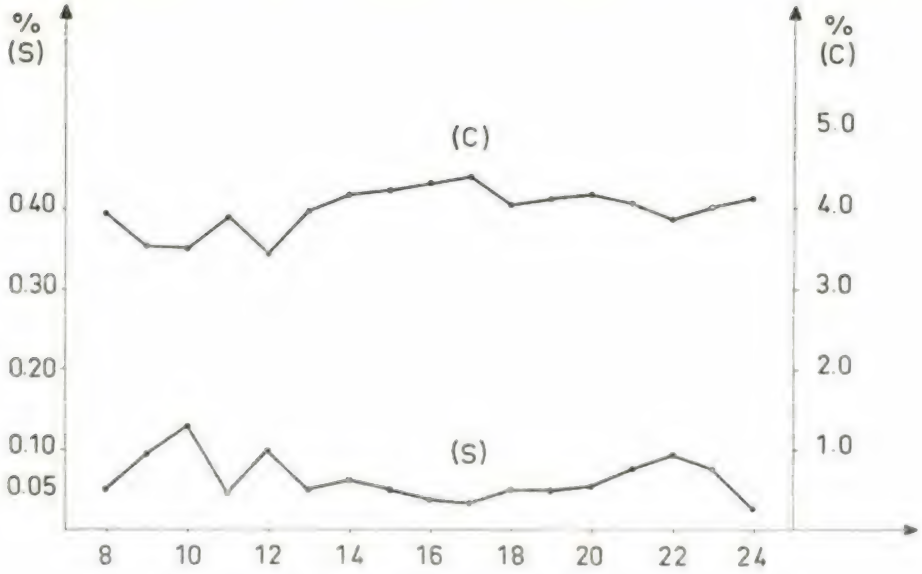


Fig. 2 — Variação teores C-S num ensaio

O índice de basicidade médio definido pela relação $\frac{\%\,OCa}{\%\,SiO_2}$ oscilou entre 2,65 e 2,98.

A análise média das lupas tratadas era a seguinte :

Fe	93,4 %
C	1,04 %
P	0,54 %
S	0,56 %
Mn	0,06 %

(balanço, em grande parte constituído por óxidos) e a granulometria :

25 mm	1,5 %
10 — 25 mm	3,2 %
6 — 10 mm	3,8 %
4 — 6 mm	3,2 %
3 — 4 mm	7,2 %
2 — 3 mm	62,3 %
1 — 2 mm	4,6 %
1 mm	14,2 %
	100,0 %

A gusa de afinação obtida apresentou a seguinte composição média :

C	3,7 — 4 %
Mn	0,1 — 0,3 %
Si	0,6 — 0,85 %
P	0,7 — 0,75 %
S	0,03 — 0,06 %

Com os seguintes consumos por tonelada de lupa :

Coque	290 a 300 kg/ton
Sucatas	20 kg
Ferro silício (45 % Si)	13 kg
Carboneto de cálcio	40 kg
Cal	50 kg
Espato fluor	20 kg
Oxigénio	100 m^3

É de observar que se verificou uma explêndida ditribuição de carbono grafítico na gusa ; quanto à composição desta, pode chocar quem esteja habituado a trabalhar sobretudo com gusas de fusão, mas não devemos esquecer que a composição pretendida e obtida correspondia às necessidades reais da aciaria-laminagem onde foi imediatamente trabalhada.

A gusa líquida produzida no baixo forno foi misturada e homogeneizada num forno misturador eléctrico donde seguiu para os fornos de aço.

Quanto às matérias primas acessórias há que observar que se tratava de produtos correntes e, por vezes até, de segunda qualidade (por exemplo o carboneto utilizado era o vulgar não eutético, e não o de qualidade metalúrgica).

Verificou-se no decorrer dos ensaios que a produção horária do baixo forno a oxigénio era tanto mais alta e o consumo de coque mais reduzido, quanto aumentava a granulometria das lupas e diminuia o teor do enxofre.

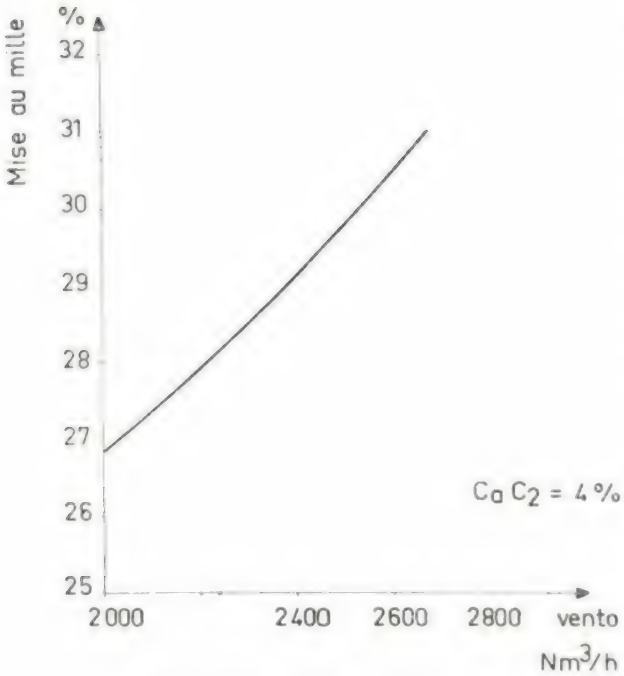


Fig. 3 — Consumo coque-vento

O poder redutor do coque era completado ou reforçado com a adição dos elementos desoxidantes. Aumentados estes, diminuia o consumo do coque, dentro de certos limites.

Com lupas da mesma natureza, o consumo do coque era função da adição de carboneto de cálcio e da percentagem de oxigénio no ar insuflado.

V — CONCLUSÕES

O problema do minério de Moncorvo continua por resolver. E assim todas as contribuições, ainda que modestas, poderão ser de utilidade para alcançar a solução final que Moncorvo e o País merecem.

Se os esquemas atrás descritos correspondem a realidade técnica baseada na prática siderúrgica de competência indiscutível e em ensaios efectuados em unidades industriais, já para além da escala piloto, os resultados económicos satisfatórios estão ainda por alcançar. Nomeadamente a localização do centro siderúrgico do Seixal, longe do norte do País e dos jazigos de minérios de Moncorvo, veio complicar mais a resolução do problema de valorização daquela matéria prima nacional. Não sabemos se no futuro esquemas com base num processo de redução directa (Krupp-Renn ou outro) ou com o recurso ou não ao baixo forno de oxigénio serão os mais indicados, mas estamos certos que todo o trabalho já realizado com matérias primas nacionais, se outro mérito não teve, ajudou a focar o grande interesse deste problema ainda em aberto, chamando a atenção para dificuldade e possibilidades, que até então eram pouco conhecidas.

Consta que recentemente se tentaram outros esquemas de valorização do minério de Moncorvo como sejam a moagem fina, a separação magnética e ainda a peletização. Que destes ou doutros processos resulte finalmente a solução técnico-económica tão ardentemente procurada são os nossos votos muito sinceros.

VI — BIBLIOGRAFIA

Castro e Solla — Possibilidades das Indústrias — base em Portugal em face das matérias-primas nacionais — Estudos, Notas e Trabalhos do Serviço de Fomento Mineiro — Porto — 1961.

Comission Economique Pour l'Europe — Comité de l'Acier — Groupe spécial d'experts pour l'étude des aspects économiques de la préparation du minérai de fer — Steel — Document de travail 248 et anexes — Genève — 1963.

Chagas Roquette — Matérias Primas — 1.º Colóquio Nacional de Metalurgia — Lisboa — 1963.

Erne — Essai avec des loupes du type Moncorvo au bas-fourneau à oxygène de Gerlafingen — 1962.

Guimarães dos Santos e Chagas Roquette — Missão de Estudo à Alemanha e Bélgica — (Relatório) — Lisboa — 1960.

Guimarães dos Santos e Chagas Roquette — Contribuição para o estudo do aproveitamento de matérias primas nacionais (minério de Moncorvo) no plano siderúrgico português (Relatório) — Porto — 1962.

Plückinger, Erne e Borowski — Teckn. Mitteilungen Krupp 19 — 1961 N.º 14.

Soares Carneiro — A riqueza da indústria extractiva metropolitana — Estudos, Notas e Trabalhos do Serviço de Fomento Mineiro — Porto — 1959.

SUMMARY

Today the use of oxygen is a common practice in very extensive fields of iron and steel metallurgy, but the utilisation of the low shaft furnace operating at oxygen is still in experimental way. Therefore, it seems of some interest the divulgation of the experimental data obtained with portuguese raw materials.

MAGUE

Aspecto de 10 dos 18 guindastes eléctricos "MAGUE" de 5t 16 m, em serviço no porto de Leixões.

PONTES ROLANTES — *Projecto e fabrico*
GUINDASTES — *Projecto e fabrico*
APAR. DE ELEVAÇÃO ESPECIAIS — *Projecto e fabrico*
TURBINAS HIDRAULICAS — *Fabrico segundo licença de A. C. M. de Vevey*
TURBINAS A VAPOR — *Fabrico segundo licença de Brown Boveri, Cie*
EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS

CONSTRUÇÕES METALOMECANICAS **MAGUE** S.A.R.L

ALVERCA DO RIBATEJO — PORTUGAL

aços vazados
ferros meehanite
mecânica MÉDIA E PESADA
construções metálicas

COMPORTAS
TURBINAS
CONDUTAS FORÇADAS
RESERVATÓRIOS SOB PRESSÃO
PERMUTADORES DE CALOR

Indústria dos Petróleos.

Coluna de 1.000 mm ø × 10 000 mm, em fase final de fabrico.

DIVISÃO METALO-MECÂNICA
COMPANHIA UNIÃO FABRIL

AVENIDA 24 DE JULHO, 170 — LISBOA 2 ✦ TELEFONES 67 04 21 E 67 20 61 ✦ TELEGRAMAS: METALOFABRIL

C. D. U. 658.5.015 : 623.81

REGULAÇÃO SINTÉTICA DA PRODUÇÃO NUM ESTALEIRO NAVAL

(Conclusão)

PELO ENGENHEIRO CAETANO CARREIRA

12. PENALIDADES.

12.1. PARÂMETRO DA IMPORTÂNCIA DUM NAVIO.

12.1.1. *Preliminares.*

Procuramos estabelecer neste parágrafo um parâmetro numérico, a^f, capaz de *PARA EFEITOS DE REGULAÇÃO SINTÉTICA DA PRODUÇÃO DO ESTALEIRO*, pesar razoàvelmente a importância intrínseca de cada navio em relação a todos os outros que, num dado momento, interessam ao estaleiro. O estabelecimento de a^f implica juízos cuja validade só em parte pode ser objectivamente comprovada e que varia mesmo ao longo do tempo, razão pela qual o conjunto de números propostos, assaz preciso para o fim em vista, não deve ser utilizado de ânimo leve para qualquer outra finalidade.

São numerosas as variáveis que influenciam a importância de cada navio, das quais destacamos:

. 1 . Tipo ou função;
. 2 . Velocidade normal;
. 3 . Número de passageiros;
. 4 . Quantidade de carga que pode transportar;
. 5 . Estado do material.

Os tipos a considerar definiram-se em 7.1. A velocidade mede-se em nós e por agora nada mais é preciso dizer sobre ela, nem aliás sobre o número de passageiros. Quanto à quantidade de carga transportável pode traduzir-se pela arqueação líquida ou seja, o volume dos espaços interiores comercialmente utilizáveis, medido em toneladas de arqueação (1 TA = 100 cu.ft = = 2,832 m^3), e/ou pelo porte, isto é, a diferença entre os pesos de água deslocada respectivamente nas condições leve e carregado.

Por outro lado, o comprimento do navio é uma característica geométrica que o estaleiro tem de conhecer, seja para docar, seja para reservar cais de atracção. Verifica-se que a velocidade, o número de passageiros, a arqueação líquida e o porte estão correlacionados com o comprimento de sinal.

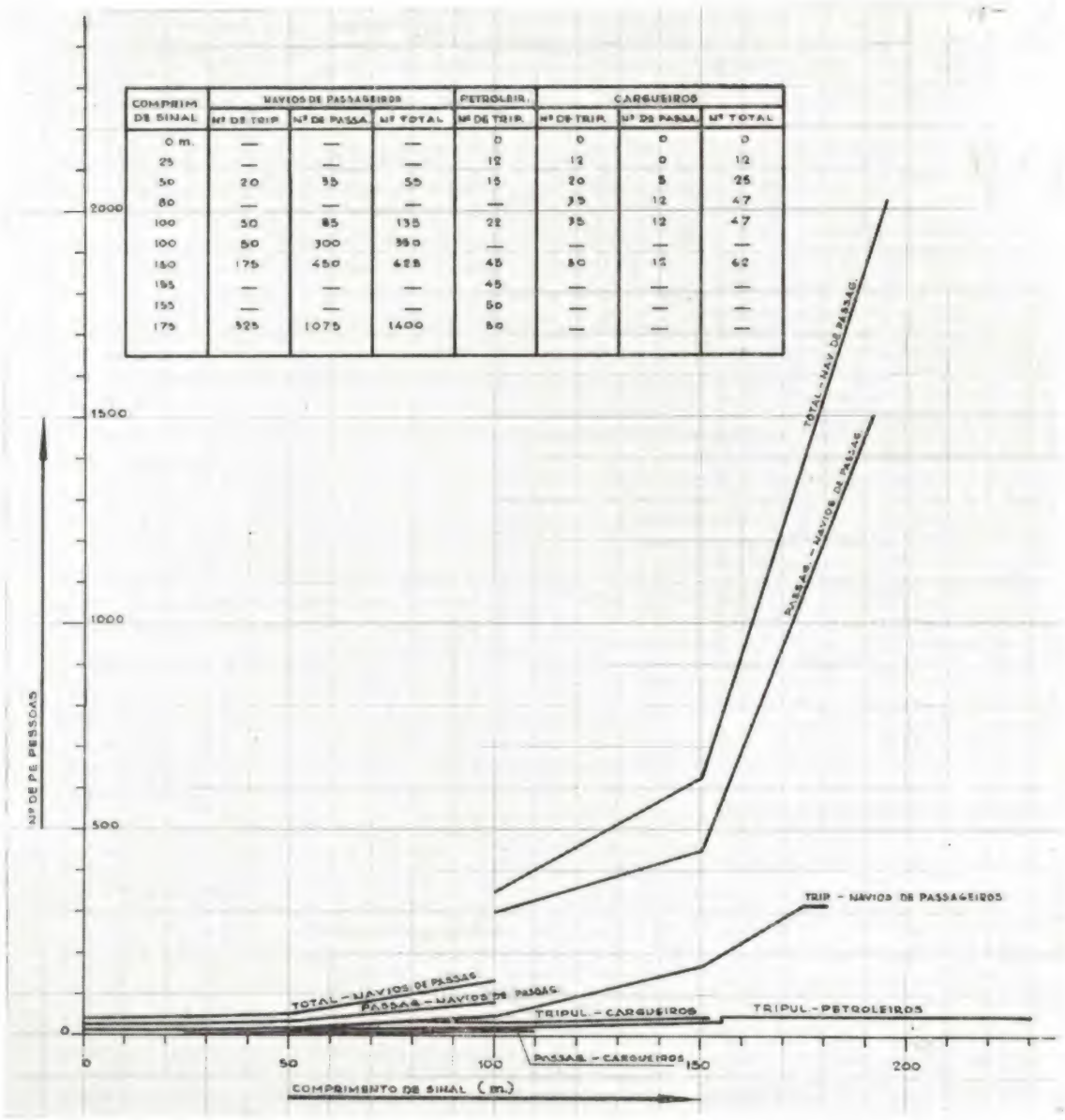
Com efeito as figs. 12.1, 12.2 e 12.3 mostram as correlações que entre aquelas grandezas se podem estabelecer estatìsticamente, para os navios mercantes que frequentam o estaleiro da LISNAVE. As figs. 12.4, 12.5 e 12.6 são contraprova daquelas correlações.

Para os navios de pesca são válidas as figuras 12.7, 12.8, 12.9 e 12.10. Notar que, sendo o número de tripulantes fixo e constante a densidade média de peixe, a quantidade de pescado que o barco recebe mede-se directamente pelo porte.

As características dos navios de guerra são muito diferentes das dos de comércio. O calibre e a quantidade dos meios de combate são os factores primaciais a considerar aqui e as três sub-classes referidas no parágrafo 7.1.1.3 agrupam segundo este critério os navios de guerra, que se fazem reparar na LISNAVE. «Grosso modo» tais factores determinam os deslocamentos e entre estes e o comprimento de sinal continua a poder estabelecer-se estatìsticamente uma correlação directa (fig. 12.11).

A heterogeneidade de formas e dimensões dos navios diversos é obstáculo sério a qualquer tentativa de expressão das suas características em termos dum parâmetro geométrico simples, qual seja por exemplo, o comprimento de sinal do elemento que assegura a flutuação. Como, porém, representam uma fracção deminuta do mercado da LISNAVE, o facto de constituir em uma excepção à regra indicada não levanta dificuldades de maior.

Trataremos pois de estabelecer o parâmetro



COMPRIM. DE SINAL	NAVIOS DE PASSAGEIROS			PETROLEIR.	CARGUEIROS		
	Nº DE TRIP.	Nº DE PASSA.	Nº TOTAL	Nº DE TRIP.	Nº DE TRIP.	Nº DE PASSA.	Nº TOTAL
0 m.	—	—	—	0	0	0	0
25	—	—	—	12	12	0	12
50	20	55	55	15	20	5	25
80	—	—	—	—	35	12	47
100	50	85	135	22	35	12	47
100	50	300	350	—	—	—	—
150	175	450	625	45	50	12	62
155	—	—	—	45	—	—	—
155	—	—	—	50	—	—	—
175	525	1075	1400	50	—	—	—

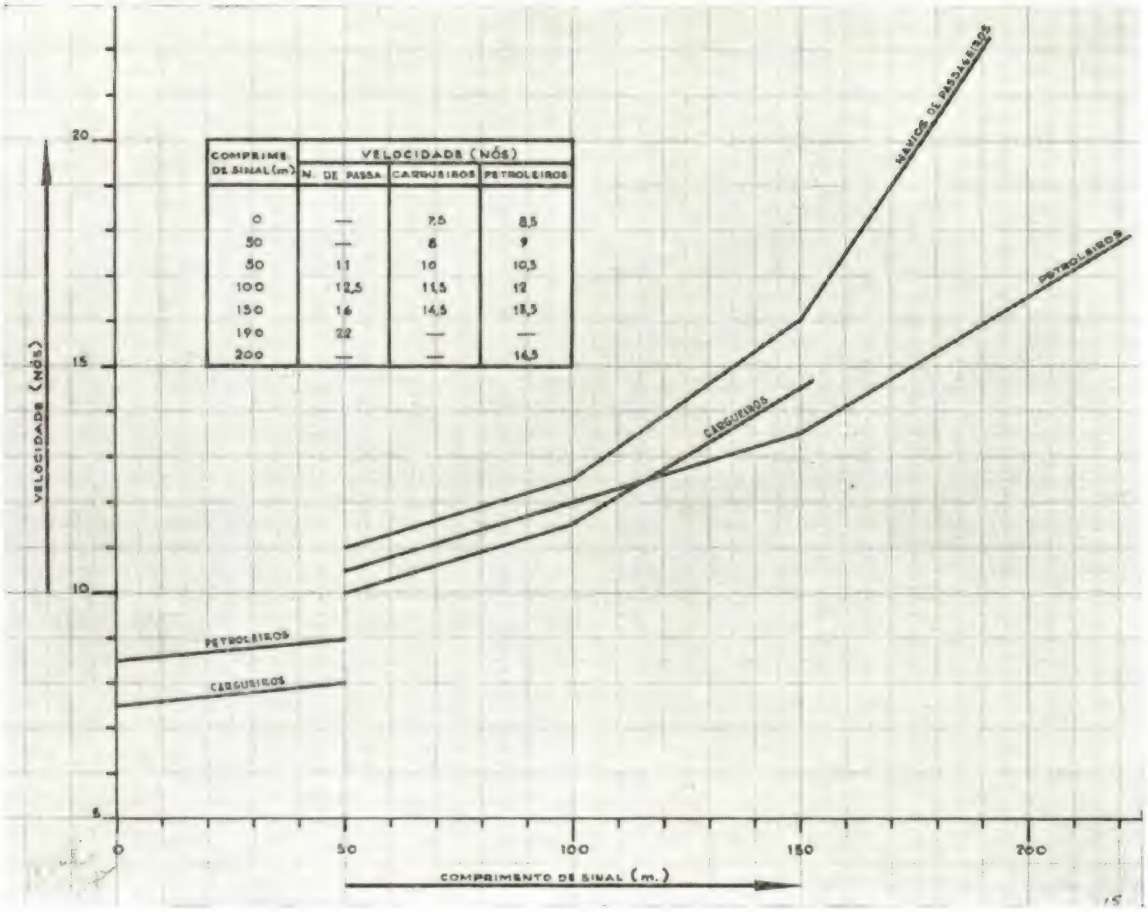
Fig. 12.1 — Correlações entre número de passageiros, número de tripulantes e total, por um lado, e comprimento de sinal, por outro (Navios de passageiros, cargueiros e petroleiros).

definidor da importância relativa de cada navio, a^f, em função do seu tipo e comprimento de sinal.

12.1.2. *Critério do custo do navio.*

No que respeita a navios mercantes e de pesca, entre os quais se situa de longe a maior parte da clientela da LISNAVE, a arqueação líquida mede de certo modo a capacidade de carga. Por outro lado, as rentabilidades da exploração de qualquer das classes de navios devem ser muito parecidas, sem haver pròpriamente uma privilegiada, caso contrário os armadores tenderiam a empregar exclusivamente nela o seu dinheiro. E se a probabilidade de ganhar no jogo do comércio marítimo é da mesma ordem de grandeza para todos os tipos de navio, a esperança matemática de cada armador, a longo prazo, varia apenas com a aposta que ele faz cada vez que compra um barco. Isto é, o dinheiro que o armador nele está disposto a aplicar pode servir de índice da respectiva importância comercial.

Abaixo das 1000 T. A. líquida a imprecisão



COMPRIME. DE SINAL (m)	VELOCIDADE (NÓS) N. DE PASSA	CARGUEIROS	PETROLEIROS
0	—	7,5	8,5
50	—	8	9
50	11	10	10,5
100	12,5	11,5	12
150	16	14,5	13,5
190	22	—	—
200	—	—	14,5

Fig. 12.2 — Correlações entre velocidade e comprimento de sinal (Navios de passageiros, cargueiros e petroleiros).

deste método comparativo priva de significado qualquer distinção que se pretenda fazer entre os diversos tipos de embarcação. Em tal hipótese admitiremos pois que a importância comercial varia proporcionalmente à arqueação líquida, de 0 a 1, qualquer que seja o tipo de barco, (fig. 12.12).

Acima das 1000 T. A. líquida, existem navios de passageiros, cargueiros e petroleiros de características bem diferenciadas. Ora na região das 10 000 T. A. líquida, o preço de venda dum navio de passageiros novo, à saida do estaleiro construtor, está sensìvelmente para o dum cargueiro e o dum petroleiro tal como 9 : 5 : 4. Admitindo que a^f é da forma

(12.1) $$a^f = a\,(A^f)^n$$

onde

(12.2) $$A^f = \textit{arqueação líquida} \cdot 10^{-3}$$

podem deduzir-se as seguintes expressões analíticas, (fig. 12.12):

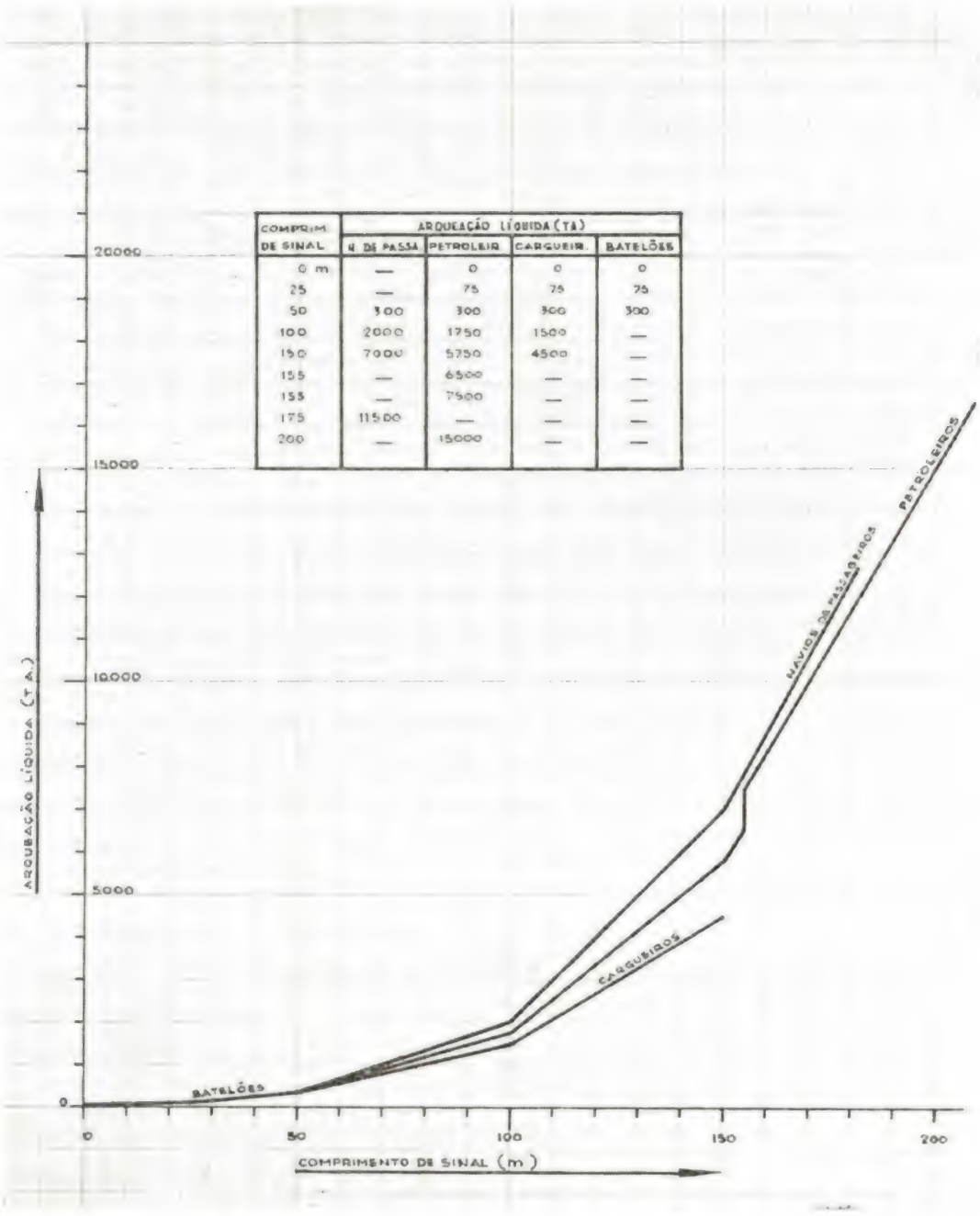
(12.3) $a^f = (A^f)^{0,95}$ para navios de passageiros;

(12.4) $a^f = (A^f)^{0,70}$ para cargueiros;

(12.5) $a^f = (A^f)^{0,60}$ para petroleiros.

Algumas verificações feitas conduziram a resultados consistentes, mas em número insuficiente para nas curvas (12.3), (12.4) e (12.5) podermos ter desde logo a confiança desejada, tanto mais que na realidade, o valor comercial de um navio com determinadas características é assaz variável. Em rigor até, é possível considerar simultâneamente três valores comerciais:

.1. O custo real do barco à saida do estaleiro construtor, incluindo um lucro normal deste;



COMPRIM. DE SINAL	ARQUEAÇÃO LÍQUIDA (TA)			
	N. DE PASSA	PETROLEIR	CARGUEIR.	BATELÕES
0 m	—	0	0	0
25	—	75	75	75
50	300	300	300	300
100	2000	1750	1500	—
150	7000	5750	4500	—
155	—	6500	—	—
155	—	7500	—	—
175	11500	—	—	—
200	—	15000	—	—

Fig. 12.3 — Correlações entre arqueação líquida e comprimento de sinal (Navios de passageiros, cargueiros, petroleiros e batelões).

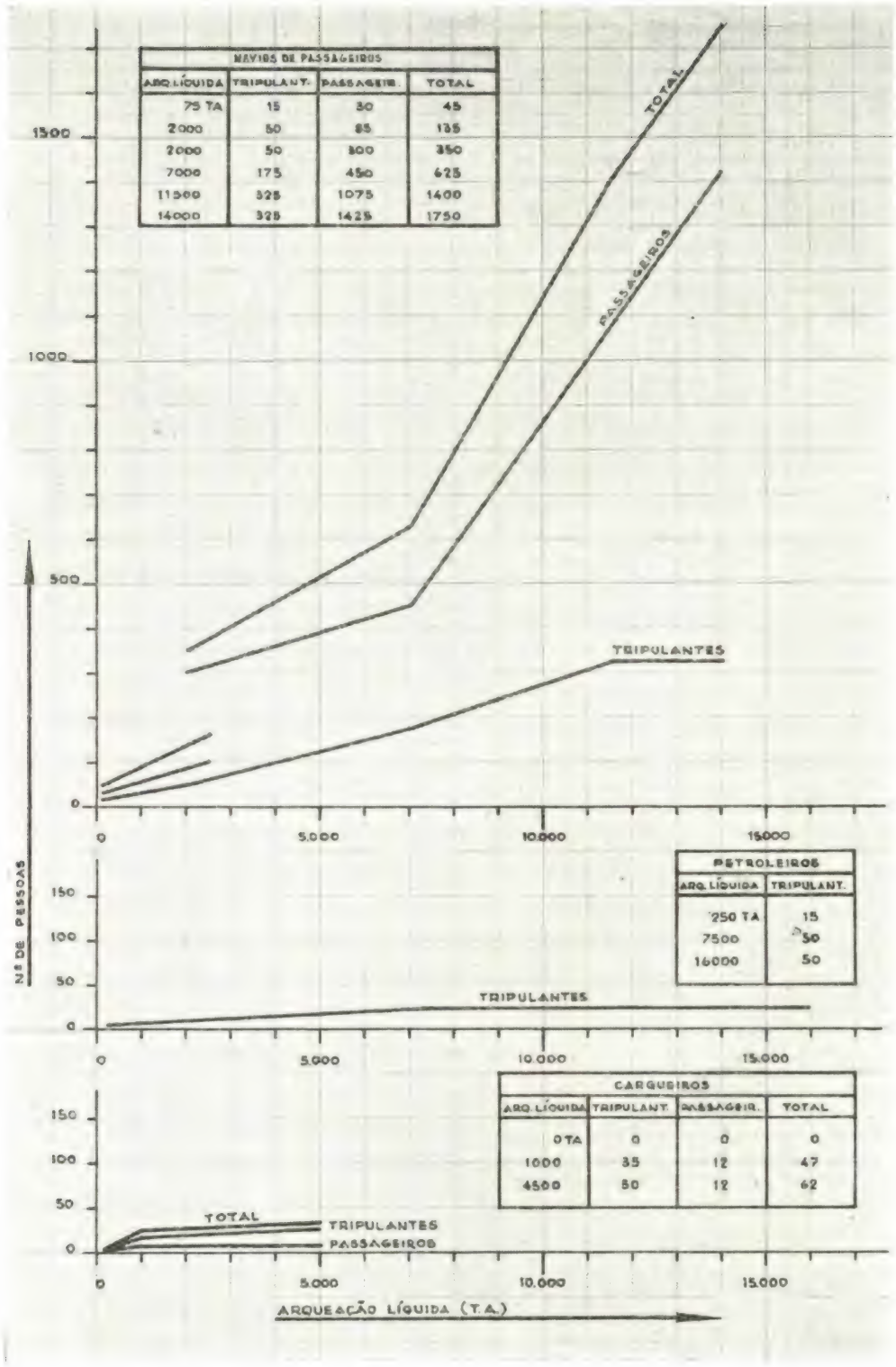
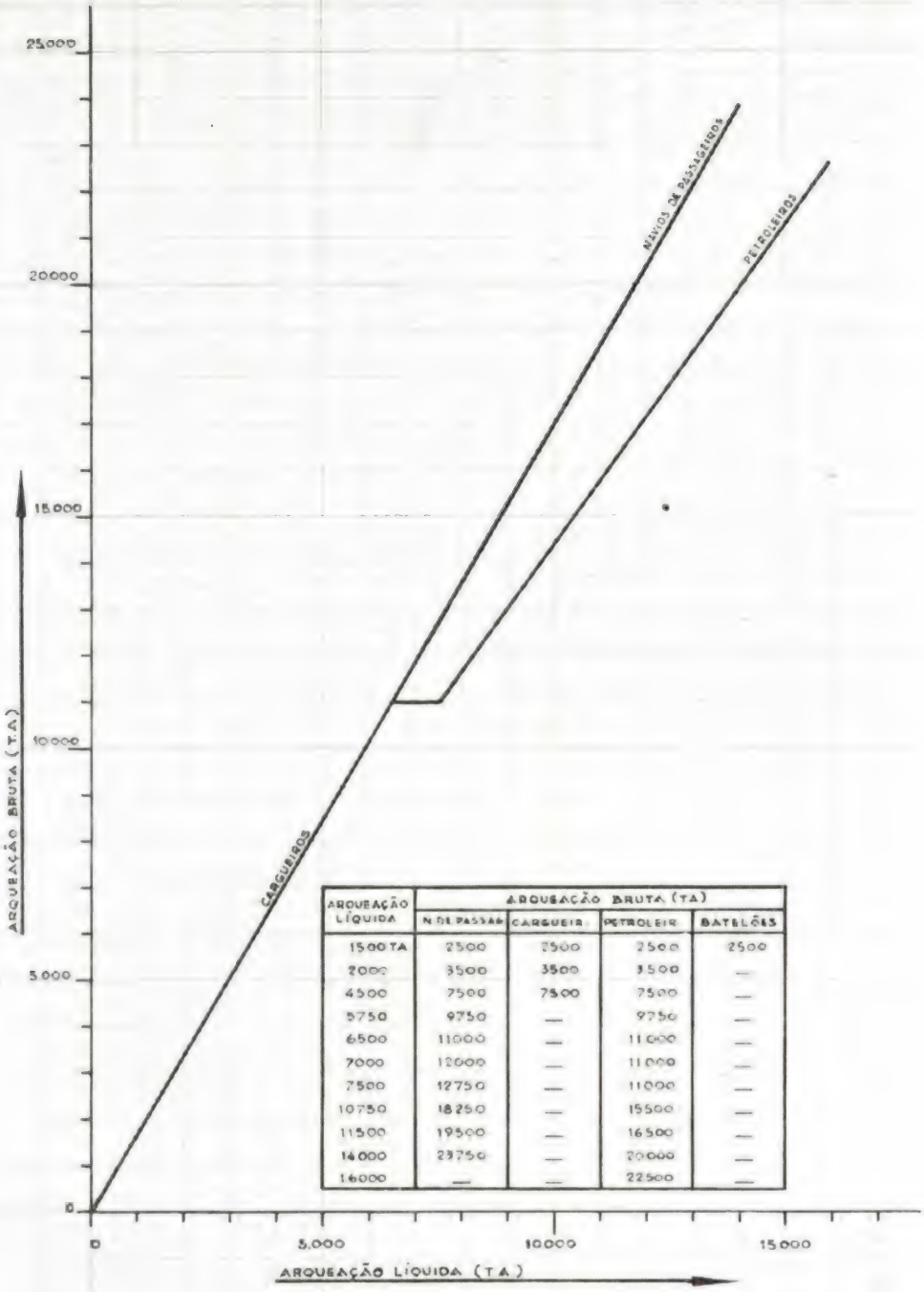
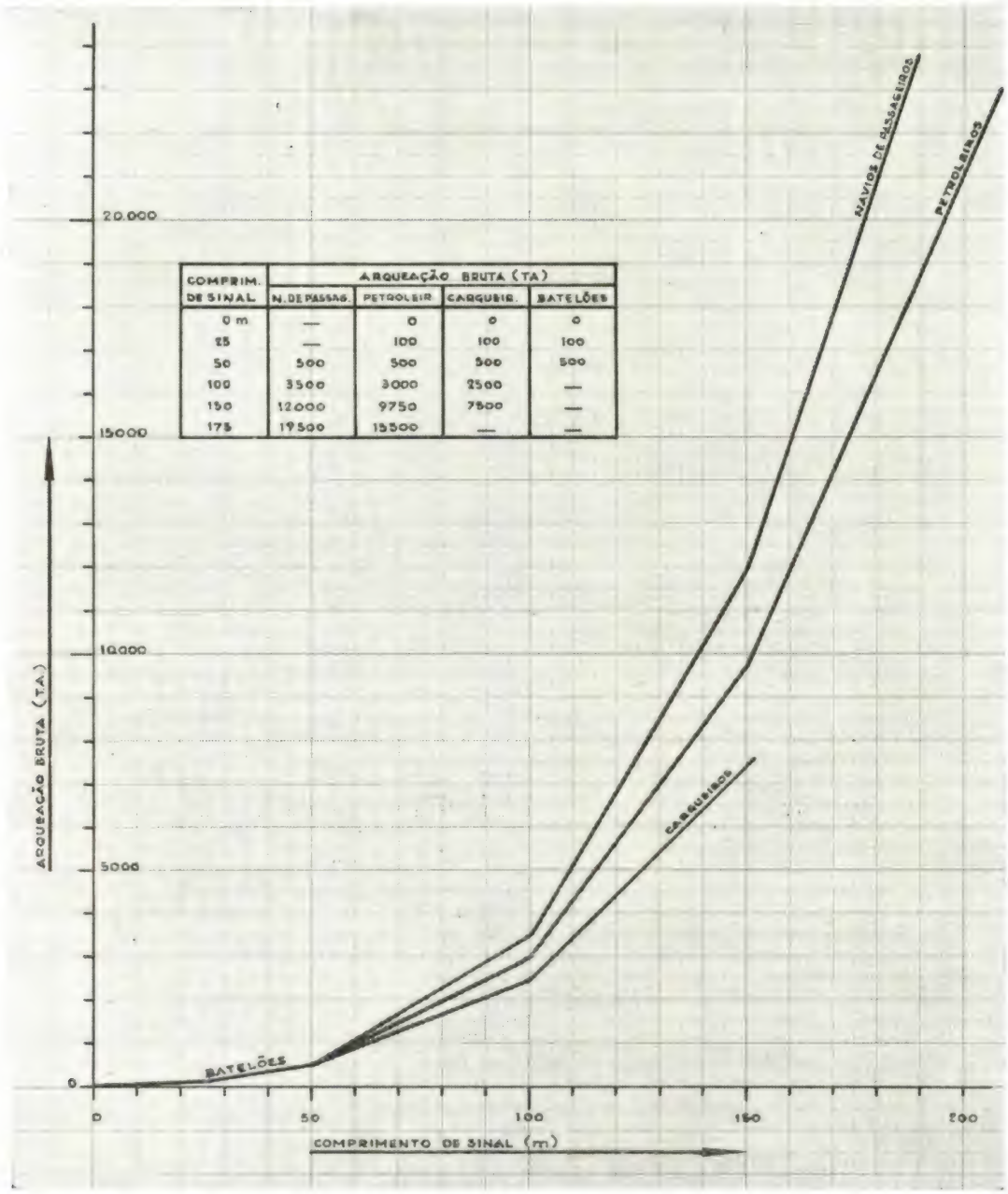


Fig. 12.4 — Correlações entre número de passageiros, número de tripulantes e total, por um lado, e arqueação líquida, por outro (Navios de passageiros, cargueiros e petroleiros).



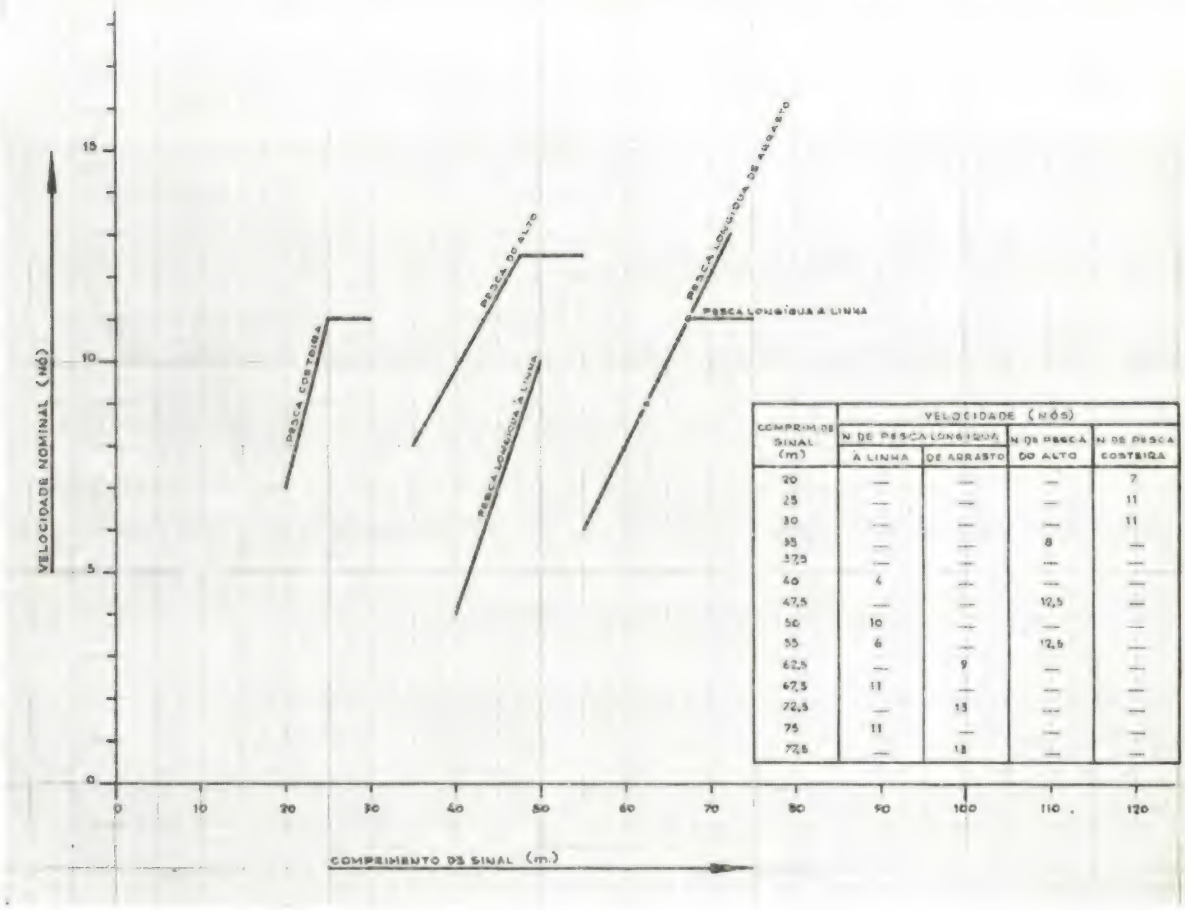
ARQUEAÇÃO LÍQUIDA	ARQUEAÇÃO BRUTA (TA)			
	N. DE PASSAG.	CARGUEIR.	PETROLEIR.	BATELÕES
1500 TA	2500	2500	2500	2500
2000	3500	3500	3500	—
4500	7500	7500	7500	—
5750	9750	—	9750	—
6500	11000	—	11000	—
7000	12000	—	11000	—
7500	12750	—	11000	—
10750	18250	—	15500	—
11500	19500	—	16500	—
14000	23750	—	20000	—
16000	—	—	22500	—

Fig. 12.5 — Correlações entre arqueação bruta e arqueação líquida (Navios de passageiros, cargueiros e petroleiros).



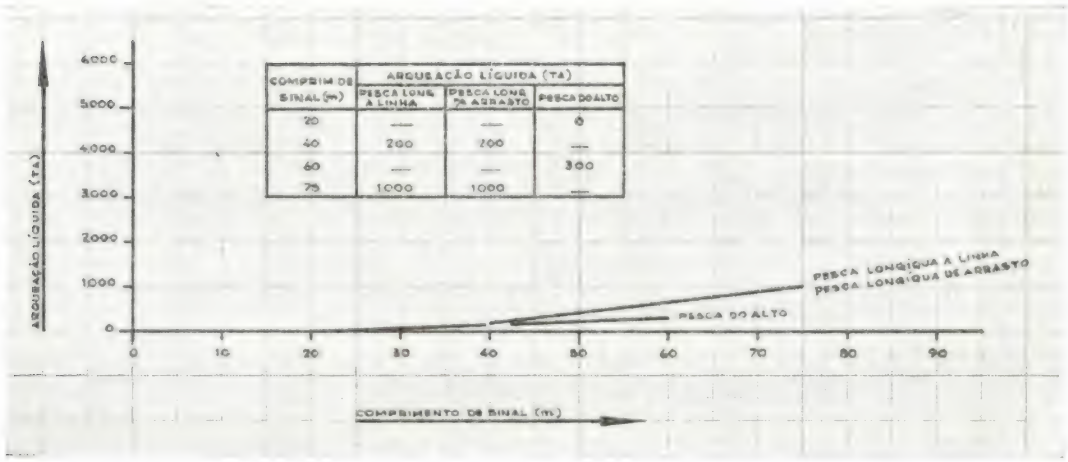
COMPRIM. DE SINAL	ARQUEAÇÃO BRUTA (TA)			
	N. DE PASSAG.	PETROLEIR	CARGUEIR.	BATELÕES
0 m	—	0	0	0
25	—	100	100	100
50	500	500	500	500
100	3500	3000	2500	—
150	12000	9750	7500	—
175	19500	15500	—	—

Fig. 12.6 — Correlações entre arqueação bruta e comprimento de sinal (Navios de passageiros, petroleiros e batelões).



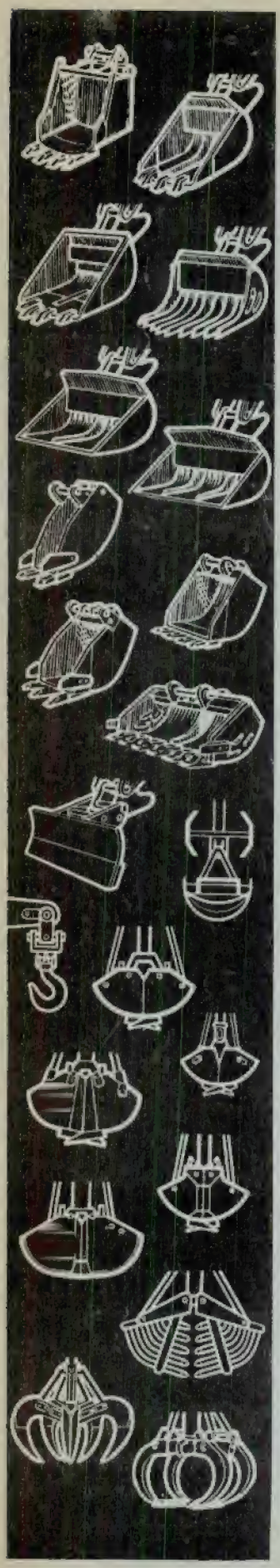
COMPRIM. DO SINAL (m)	VELOCIDADE (NÓS)			
	N. DE PESCA LONGÍQUA		N. DE PESCA DO ALTO	N. DE PESCA COSTEIRA
	À LINHA	DE ARRASTO		
20	—	—	—	7
25	—	—	—	11
30	—	—	—	11
35	—	—	8	—
37,5	—	—	—	—
40	4	—	—	—
47,5	—	—	12,5	—
50	10	—	—	—
55	6	—	12,5	—
62,5	—	9	—	—
67,5	11	—	—	—
72,5	—	13	—	—
75	11	—	—	—
77,5	—	13	—	—

Fig. 12.7 – Correlações entre velocidade nominal e comprimento de sinal (Navios de pesca).



COMPRIM. DE SINAL (m)	ARQUEAÇÃO LÍQUIDA (TA)		
	PESCA LONG. A LINHA	PESCA LONG. DE ARRASTO	PESCA DO ALTO
20	—	—	0
40	200	200	—
60	—	—	300
75	1000	1000	—

Fig. 12.8 — Correlações entre arqueação líquida e comprimento de sinal (Navios de pesca).



Poclain T.Y. 45

Escavadora-Retro Escavadora-Grua

- POTÊNCIA AUMENTADA
- ROTAÇÃO TOTAL E CONTÍNUA
- ESTABILIDADE 100 %
- 20 BALDES DIFERENTES

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS

Sociedade de Mecanização Industrial e Agrícola, S. A. R. L.
Avenida Padre Manuel da Nóbrega, 8-B-1.º — LISBOA
Telefone: 72 40 53/4/5

SMEIA

DESPOEIRAGEM

FILTROS TECIDOS EM PEÇAS, PANOS, SACOS, MANGAS

DE QUALQUER FIBRA NATURAL OU SINTÉTICA

FANAFEL

FÁBRICA NACIONAL DE FELTROS INDUSTRIAIS
SOCIEDADE LIMITADA

APART.: 9
TELEF.: 52093—52094
TELEG.: FELTROS

OVAR
PORTUGAL

ESCRITÓRIO E FÁBRICA
ESTRADA DE S. JOÃO

FLUIDO E MASTIC

IMPERMEABILIZAÇÕES

TORNA TUDO ESTANQUE

Impermeabilização e vedação perfeita de:

Terraços, Empenas, Algerozes, Clarabóias, Paredes húmidas, Coberturas, Fendas, Juntas de dilatação, etc., etc.

Fácil aplicação — Elasticidade excepcional
Não endurece nem apodrece

ROOFATEX **À base de borracha + alumínio**

Reforça a acção impermeabilizante do «Rubio», dando às construções um aspecto agradável — Protege todos os materiais contra a humidade, a ferrugem e a corrosão

RUBIO E ROOFATEX dois produtos que se completam

Representante exclusivo: ORFER *Orlando Fernandes*

Rua Palmira, 46-A-B-C — LISBOA-1 — Telefs. 83 01 63 - 84 26 39 — End. teleg. «ORFER»

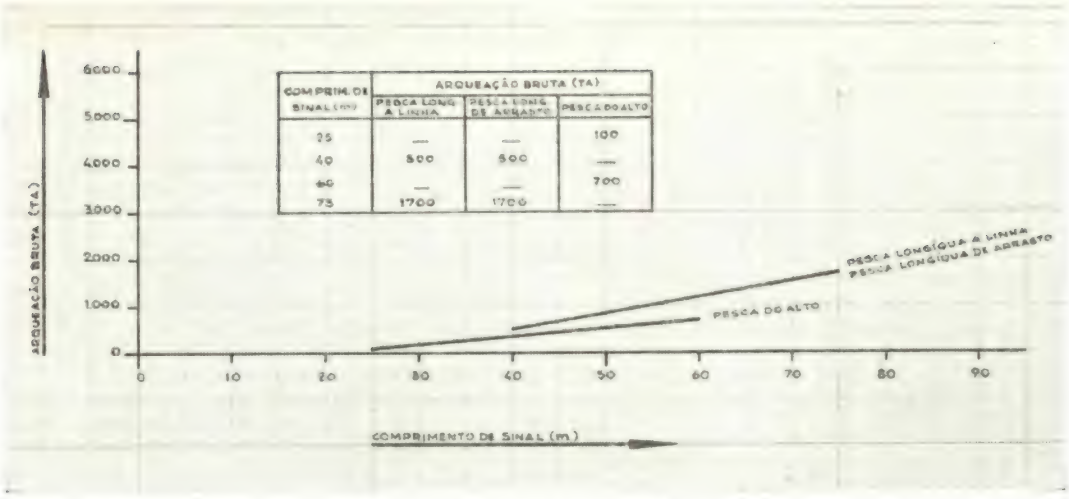


Fig. 12.9 — Correlações entre arqueação bruta e comprimento de sinal (Navios de pesca).

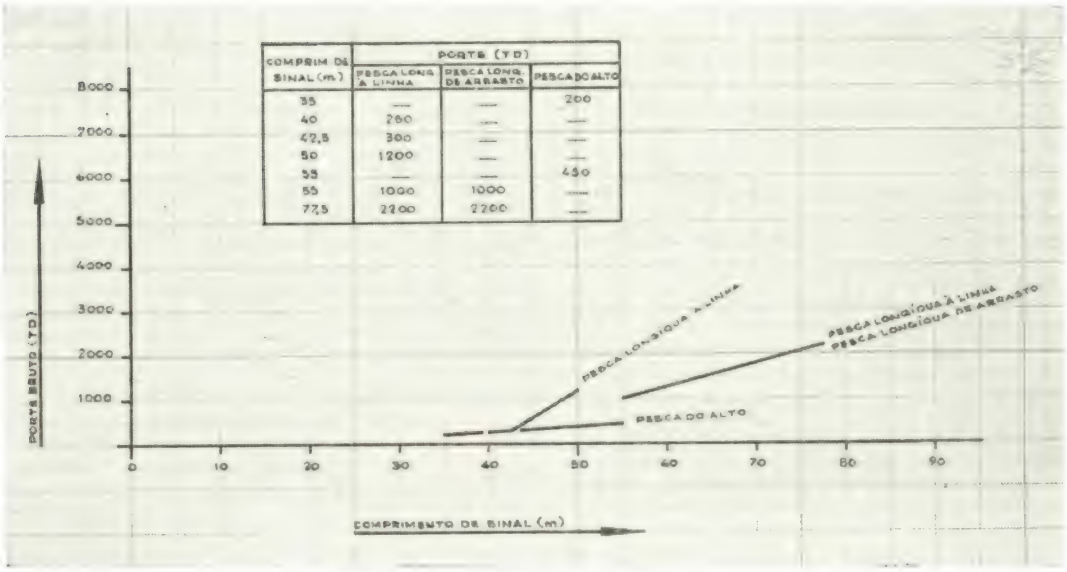


Fig. 12.10 — Correlações entre porte bruto e comprimento de sinal (Navios de pesca).

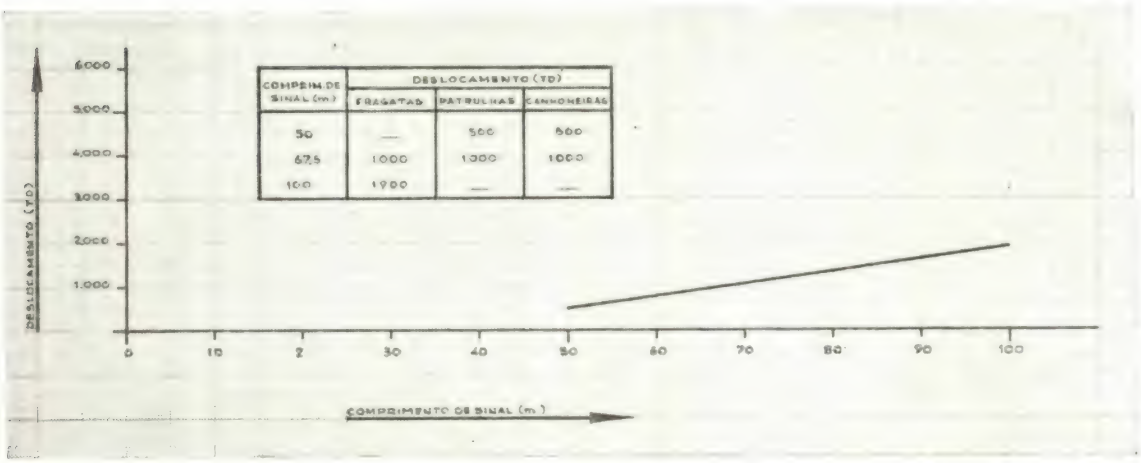


Fig. 12.11 — Correlação entre deslocamento e comprimento de sinal (Navios de guerra).

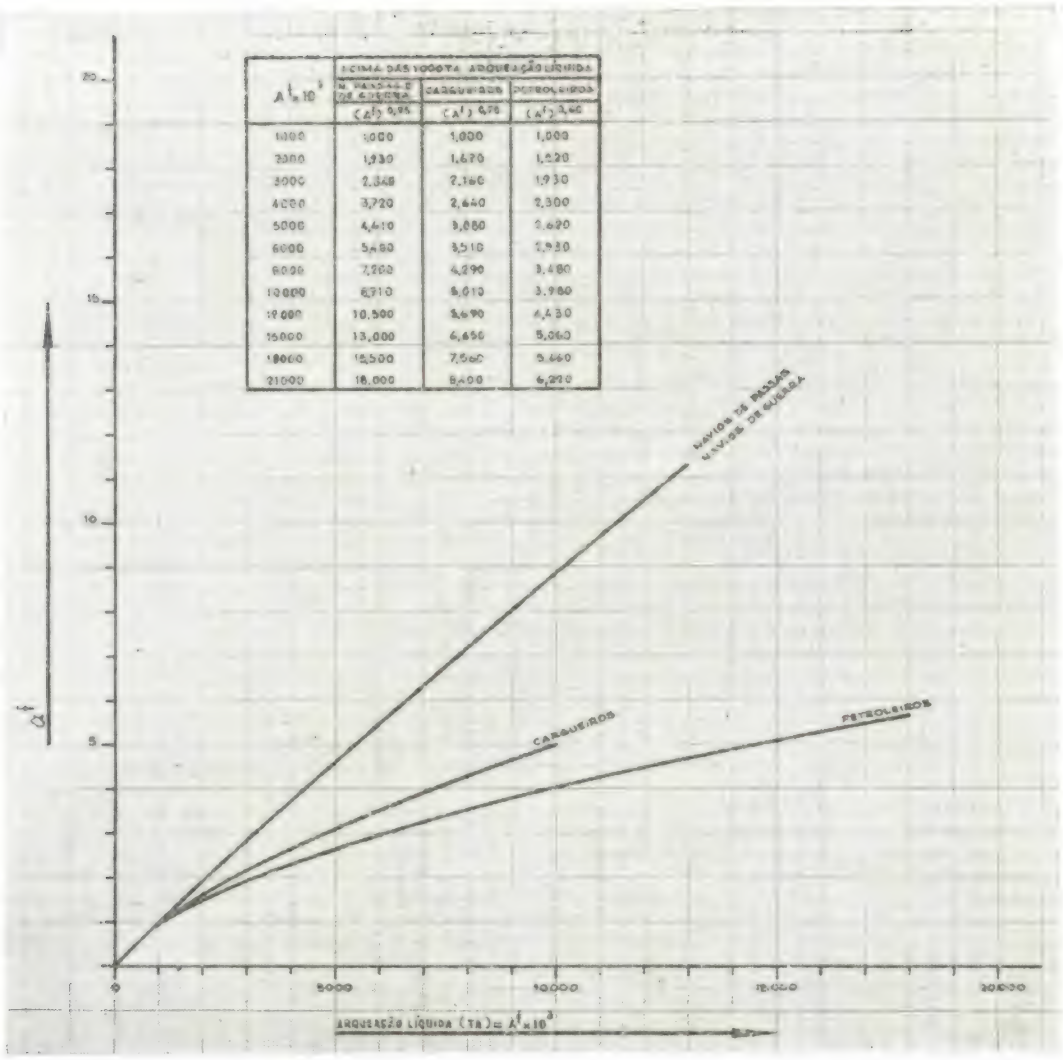


Fig. 12.12 — Importância comercial relativa dos navios mercantes em função da arqueação líquida (Critério do custo do navio).

.2. O preço pelo qual é viável a venda pelo estaleiro ao armador, definido bàsicamente por um jogo de oferta e procura;

.3. O preço de ocasião dum navio já usado, com as mesmas características, que um outro armador resolva pôr à venda.

O custo real da construção depende da produtividade do estaleiro e da política financeira por ele seguida, sendo indirectamente influenciado pela concorrência dos outros estaleiros, (fig. 12.13).

O preço pelo qual o construtor está disposto a vender um navio e o armador a comprá-lo já é directamente influenciado pela competição entre estaleiros — e indirectamente pelo nível de fretes marítimos.

O preço dum navio em transacções praticadas entre dois armadores depende quási exclusivamente da conjuntura de fretes.

Na fig. 12.14 mostra-se a evolução nos últimos anos dos dois primeiros preços para um navio de carga estandarte de 11 000 a 13 000 T.D.W., movido a Diesel, com uma velocidade de 15 nós, (ref. 22). Marcaram-se também as faixas dos preços de ocasião de navios comparáveis, em princípios e meados de 1963.

É claro que os custos reais não são conhecidos em número suficiente para com eles estabelecer uma rede de a^f. Os preços de vendas de

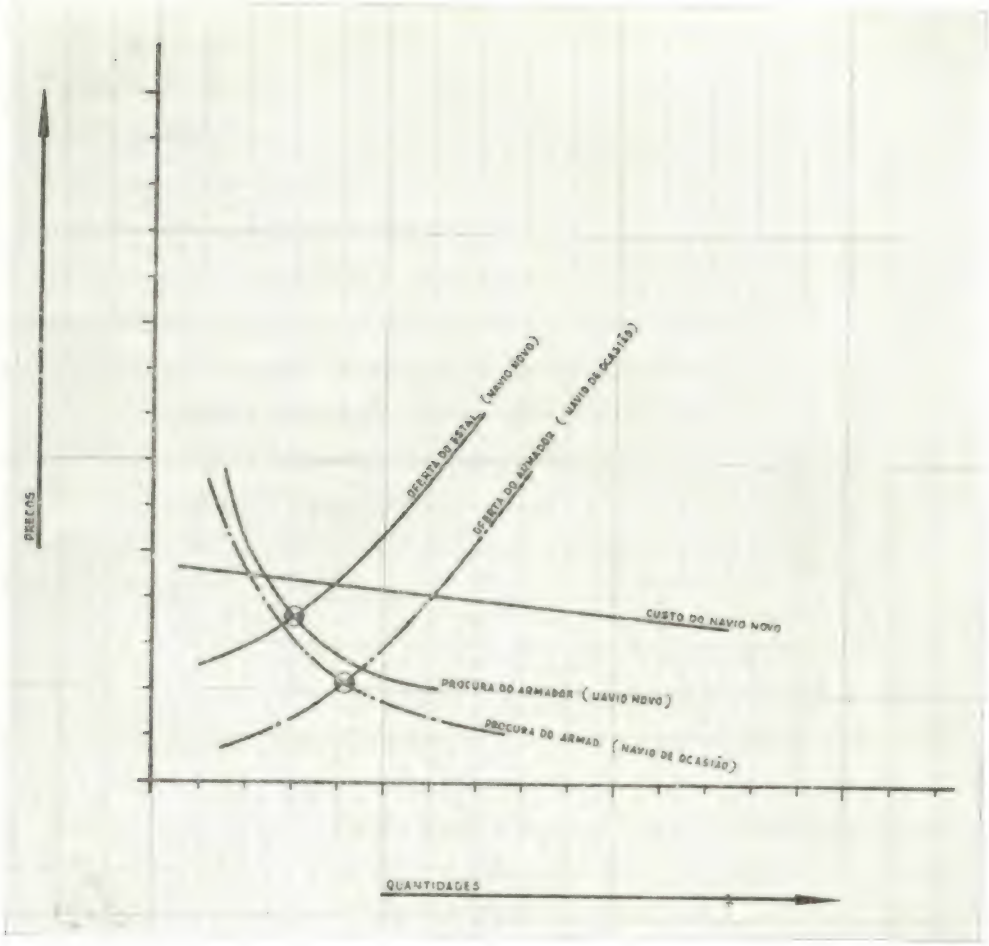


Fig. 12.13 — Oferta e procura de navios mercantes.

navios novos e/ ou de ocasião efectivamente praticados são conhecidos, mas têm o inconveniente de serem fortemente influenciados pelo mercado livre de fretes marítimos, além de, mesmo em dado momento, se distribuirem com dispersão muito acentuada em torno dum valor médio, em consequência do estado variável do material.

Por outro lado uma parte substancial do mercado da LISNAVE é actualmente constituída por navios nacionais, com um regime de fretes e características de exploração próprias, não necessàriamente idênticos aos que vigoram em média no comércio marítimo internacional.

Tudo isto nos levou a procurar outro critério de estabelecimento dos a^l, de concepção um pouco mais complexa, todavia mais conforme aos navios que hoje nos interessam.

12.1.3. *Critério do equivalente em escudos da potência de transporte oferecida.*

Podemos definir potência de transporte de passageiros e de carga, oferecida por um navio durante um período de exploração, da seguinte maneira;

(12.6) Potência de transporte de passageiros (pas . milha/ano) = velocidade nominal (nós).
. número médio de dias a navegar por ano (d/ano) .
. 24 (h/d) .
. número de passageiros (pass)

(12.7) Potência de transporte de carga (T.milha/ano) = velocidade nominal (nós) . nú-

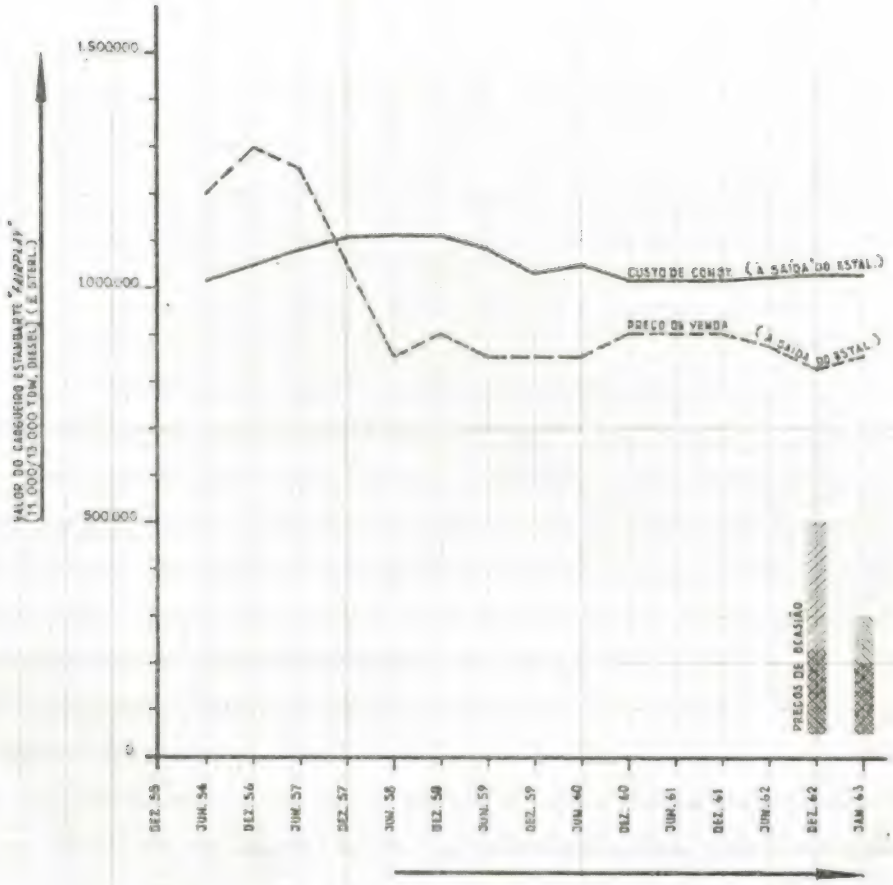


Fig. 12.14 — Evolução dos custos de navios mercantes (cargueiros).

mero médio de dias a navegar por ano (d/ano).
. 24 (h/d).
. parcela do porte destinada a carga (T)

Por outro lado as estatísticas publicadas (ref. 18) permitem calcular o preço médio real de venda de 1 pass. milha, tal como resulta das tarifas e dos regimes usados na exploração dos navios que nos dizem respeito:

Como parâmetro definidor da importância dum navio podemos tomar o equivalente em escudos das potências de transporte de passageiros e de carga, por ele oferecidas durante um período de exploração (1 ano):

(12.10) equivalente = potência de transporte de passageiros . preço médio de venda de 1 pass. milha + potência de transporte de carga . preço médio de venda de 1 T. milha

(12.8) preço médio de venda de 1 pass. milha =

$$= \frac{\text{valor das passagens manifestadas (\$)}}{\text{numero de passageiros transportados . número de milhas percorridas}}$$

(12.9) preço médio de venda de 1 T. milha =

$$= \frac{\text{valor dos fretes manifestados (\$)}}{\text{tonelagem transportada . número de milhas percorridas}}$$

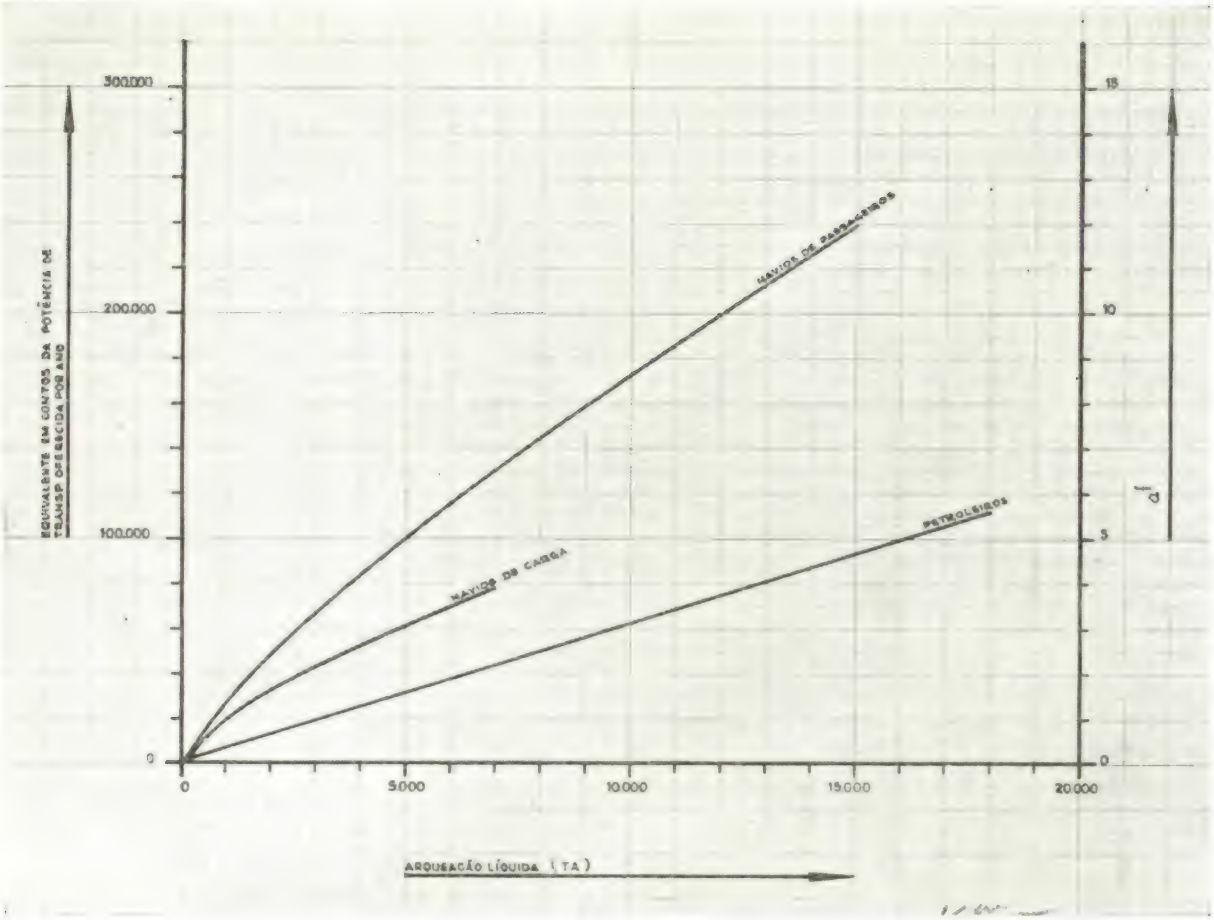


Fig. 12.15 — Importância comercial relativa de navios mercantes em função da arqueação líquida.

A fig. 12.15 mostra as curvas a^l assim estabelecidas. O seu andamento é concordante com o das definidas pelo critério do custo e mais até, se atribuirmos o peso 10 ao navio de passageiros de 12 000 T.A. líquida, as novas curvas têm ordenadas que relativamente pouco diferem das antigas, diminuindo dum modo geral a diferença à medida que aumenta a arqueação líquida.

A fig. 12.16 define as curvas finalmente adoptadas em função do comprimento de sinal ℓ^f.

As respectivas expressões analíticas são

.1. *Navios de passageiros, «ferry-boats», navios de guerra e diversos:*

$$(12.11)\quad a^f = 2{,}65 \,.\, 10^{-6} (\ell^f)^3 - 4{,}10 \,.\, 10^{-4} (\ell^f)^2 + 3{,}81 \,.\, 10^{-2}\, \ell^f$$

.2. *Cargueiros, batelões e navios de pesca:*

$$(12.12)\quad a^l = 1{,}53 \,.\, 10^{-6} (\ell^l)^3 - 1{,}74 \,.\, 10^{-4} (\ell^l)^2 + 1{,}21 \,.\, 10^{-2}\, \ell^l$$

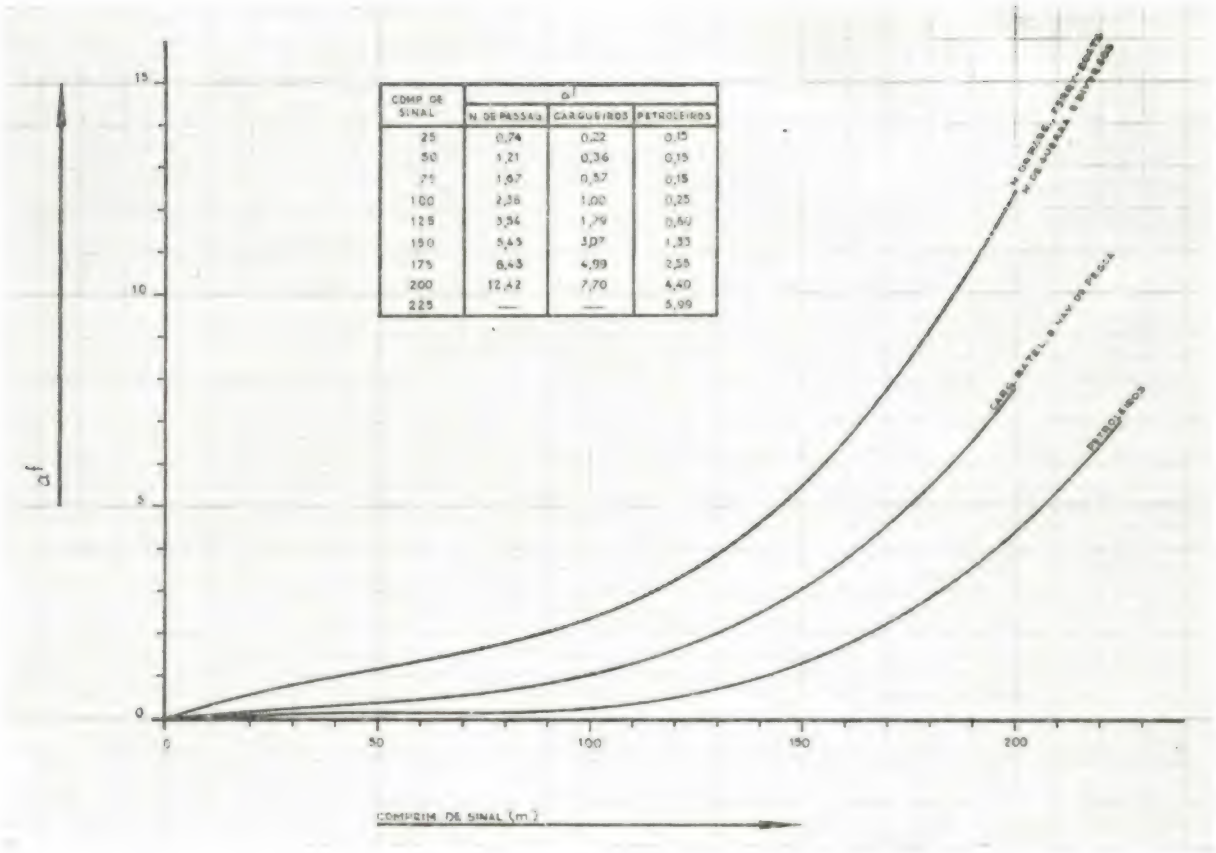
.3. *Petroleiros:*

$$(12.13)\quad a^l = 1{,}38 \,.\, 10^{-6} (\ell^l)^3 - 2{,}19 \,.\, 10^{-4} (\ell^l)^2 + 1{,}06 \,.\, 10^{-2}\, \ell^l$$

12.2. CONSEQUÊNCIA DOS ATRASOS.

Seja $k_x - k_o < 0$, para uma dada encomenda, f. O correspondente atraso na entrega do barco ao cliente, em condições de ser utilizado, pode causar os seguintes prejuízos:

. 1. Aumento do custo da encomenda f;
. 2. Cancelamento imediato ou futuro de encomendas ao estaleiro (lucros cessantes do estaleiro);



COMP. DE SINAL	α		
	N. DE PASSAG.	CARGUEIROS	PETROLEIROS
25	0,74	0,22	0,15
50	1,21	0,36	0,15
75	1,67	0,57	0,15
100	2,26	1,00	0,25
125	3,56	1,79	0,60
150	5,45	3,07	1,33
175	8,43	4,99	2,55
200	12,42	7,70	4,40
225	—	—	5,99

Fig. 12.16 — Importância comercial relativa de navios mercantes em função do comprimento de sinal. (Critério da potência de transporte oferecida).

. 3. Perda de prestígio comercial do estaleiro;

. 4. Acréscimo de trabalho em todos os departamentos do estaleiro interessados no navio, para resolução dos múltiplos problemas do atrazo;

. 5. Imobilização do navio;

. 6. Cancelamento de viagens (lucros cessantes do armador);

. 7. Perda de prestígio pessoal do armador;

. 8. Acréscimo de trabalho em todos os departamentos da Companhia armadora interessados no navio, para resolução dos múltiplos problemas resultantes do atraso;

. 9. Imobilização do capital dos fretadores:

.10. Ocupação imprevista e indevida de cais, armazéns, vagões de caminho de ferro e/ou batelões, nos portos a servir pelo navio atrazado;

.11. Possível deterioração das cargas à espera de embarque.

As quatro primeiras alíneas serão consideradas como aumentando directamente o custo da produção da encomenda, já que o estaleiro a elas está directamente sujeito.

As quatro seguintes afectam sobretudo o armador, mas apesar disso serão tidas em conta no cálculo da penalidade, admitindo que 50 % dos prejuízos correspondente aumentam também o custo da produção.

Os três últimos pontos atingem principalmente os fretadores. Embora provàvelmente com efeitos reais, é muito difícil contabilizá-los com objectividade para regulação da produção dum estaleiro. Por outro lado só indirectamente a poderiam influenciar, pois embora o estaleiro as conheça, respeite e procure hosnetamente colaborar na sua diminuição, a verdade é que ele não tem relações contratuais com os fretadores. Por conseguinte não faremos aparecer na expressão geral das penalidades nenhum termo representativo das três últimas alíneas.

12.3. AUMENTO DO CUSTO DA ENCOMENDA.

12.3.1. *Preliminares*

Pode dizer-se que o custo duma reparação aumenta quando o barco é retido no estaleiro para além do prazo razoável. Contribuem para esse aumento:

. 1 . O custo do aluguer do espaço ocupado;
. 2 . O custo da mão-de-obra e materiais auxiliares que a simples presença dum barco em reparação exige;
. 3 . A possibilidade de encosto de ponto, que deveria ser debitado a outras encomendas;
. 4 . A execução de trabalhos menos necessários.

A propósito, embora isso não vá pesar nos nossos cálculos, convém não esquecer que quanto mais tempo se mantém aberta a encomenda, tanto maior é o capital imobilizado pelo estaleiro em salários e materiais já pagos mas ainda não facturados, o que provoca uma diminuição de $\wedge$ (v. parág. 9.4).

12.3.2. *Aluguer do espaço ocupado.*

No porto de Lisboa, os armadores alugam o espaço ocupado pelos seus navios, pagando taxas de estacionamento, acostagem e docagem.

As unidades em reparação não pagam taxa de estacionamento. Acostadas fora do estaleiro, são obrigadas ao pagamento duma taxa de acostagem, conforme a seguinte tabela (ref. 19):

no 1.º dia $12,4/T.A.B./d
do 2.º ao 20.º dia $04,1/T.A.B./d
do 21.º ao 40.º dia $03,28/T.A.B./d
do 41.º ao 60.º dia $02,87/T.A.B./d
no 61.º dia e seguintes . . $02,46/T.A.B./d

Quando em doca pagam uma das seguintes taxas de docagem:

Doca N.º	Tarifa a aplicar ($/d)		
	1.º dia	do 2.º ao 20.º dia	21.º dia e seguintes
1	7050 + 1,28 B	1175 + 0,374 B	2350 + 0,748 B
2	2560 + 2,35 B	363 + 0,598 B	726 + 1,196 B
3	1645 + 3,63 B	235 + 0,748 B	470 + 1,496 B
4	1175 + 4 70 B	171 + 0,855 B	342 + 1,710 B
5	427,5	235	470

B representa a tonelagem de arqueação bruta ou o deslocamento, no caso de navios de guerra.

Se, para melhor aproveitamento das docas, o estaleiro mete numa um navio que cabe em doca mais pequena, a taxa a pagar calcula-se como se aquele tivesse sido docada na mais pequena.

É evidente que no nosso problema não interessa o que se passa no 1.º dia, mas sim nos seguintes. A simples comparação das tarifas de acostagem com as de docagem mostra também que as primeiras são despresáveis em relação às últimas.

Na fig. 12.17 vê-se a distribuição dos navios que constituem a clientela da LISNAVE, pelas docas existentes.

Com base nas figs. 12.6, 12.9, 12.11, 12.17, pode construir-se o gráfico da fig. 12.18, que exprime a tarifa média diária a pagar por um navio em doca seca, qualquer que seja o navio e qualquer que seja a doca seca.

12.3.3. *Custo da mão-de-obra e dos materiais auxiliares.*

Um barco em grande reparação exige determinados serviços e determinado pessoal às ordens, não directamente produtivos mas que custam dinheiro. A água, a energia eléctrica, os vigias, os bombeiros, os electricistas de serviço, os encarregados, os apontadores, etc., tudo isso vai onerar o custo.

12.3.4. *Encosto de ponto.*

A abertura duma encomenda implica o risco de os operários a ela darem ponto erradamente, não obstante todos os cuidados havidos. Far-se-á uma ideia mais exacta do que é este problema, relembrando que em média estão abertos simultâneamente na LISNAVE entre 3000 e 3500 números de obra.

12.3.5. *Execução de trabalhos menos necessários.*

Os orgãos e sistemas instalados a bordo fizeram-se para funcionar — e órgão ou sistema que não funcione avaria-se ràpidamente. Portanto, quanto mais tempo o barco estiver imobilizado tanto mais provàvelmente haverá que gastar dinheiro a reparar essas avarias.

Por outro lado a tripulação tende a pedir a

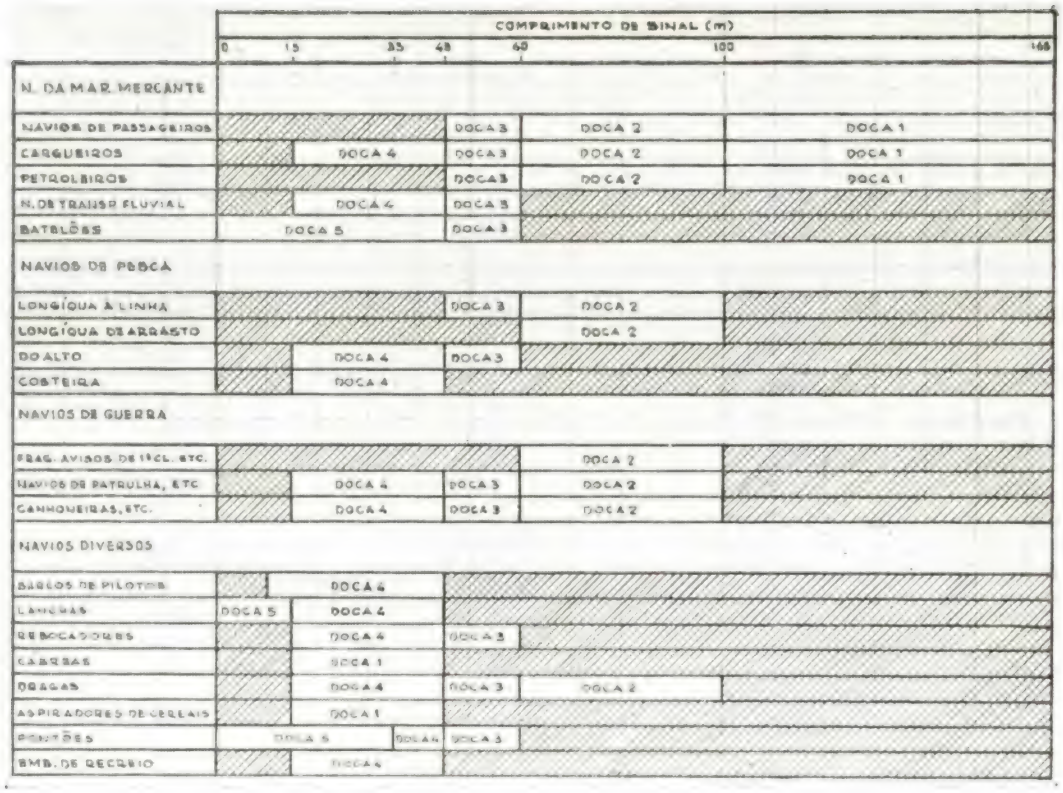


Fig. 12.17 — Docas onde entram normalmente os navios (em função do comprimento de sinal e por tipo de navio).

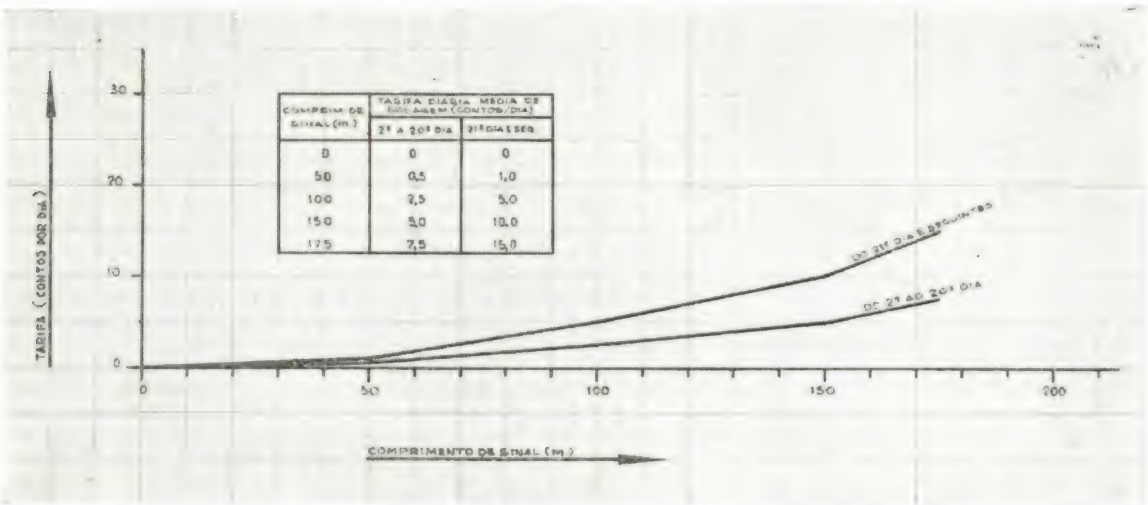


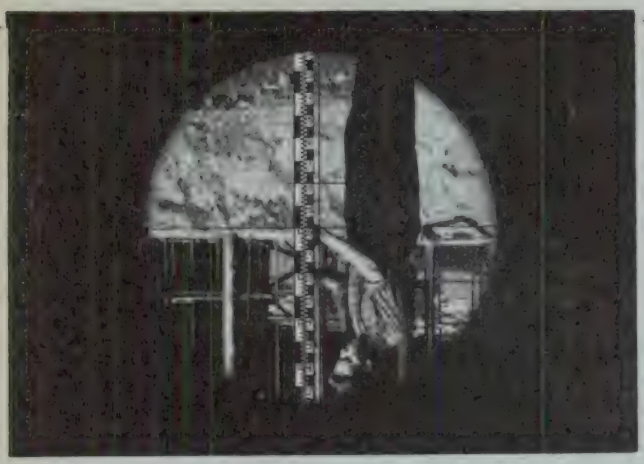
Fig. 12.18 — Tarifa diária média de docagem em função do comprimento de sinal.

reparação e o alindamento de tudo quanto pode, muitas vezes sem justificação técnica e, o que é pior, sem qualquer contrapartida comercial. Maior número de dias no estaleiro significa pois oportunidade de se fazerem mais pedidos e, portanto, execução de maior número de trabalhos de utilidade duvidosa.

12.3.6. *Resumo*

É extremamente difícil quantificar o aumento do custo duma encomenda devida a todas estas causas. O que não sofre contestação é que a influência delas é tanto mais vincado quanto maior e mais complexo for o navio, isto é, quanto

ANTIGAMENTE :

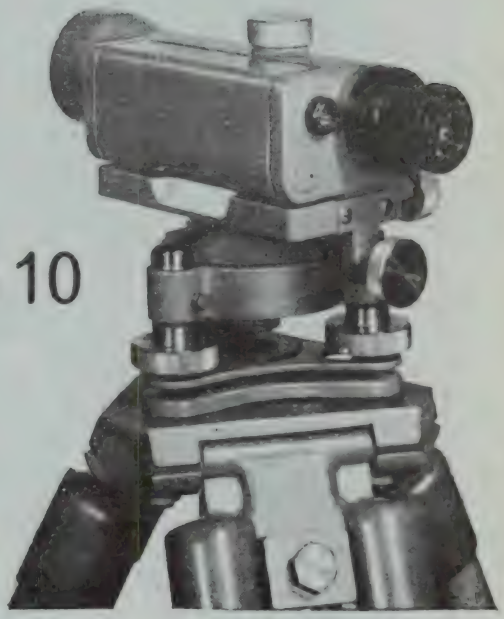


HOJE :

Com
imagem
direita
na luneta

WILD
HEERBRUGG

N 10



Trabalho cómodo e simples sem erros e sem dúvidas, sinais correctos, não invertidos, claros e rápidos.

O pequeno nível WILD N 10 com a designação «E» tem imagem direita do campo de observação na luneta. A mesma tem luminosidade igual ao modelo convencional e o mesmo tamanho.

Representantes exclusivos

WILD PORTUGAL, LDA.

PRAÇA DAS ÁGUAS LIVRES, 8
LISBOA-2 — TELEFONE 68 11 27

DEMAG EQUIPA TODA A INDÚSTRIA

DEMAG

Aparelhos de elevação DEMAG

BASTA CARREGAR NO BOTÃO...

. . . A carga será fácilmente movimentada. O "Pequeno DEMAG", muito rápido, economiza mão de obra. Foi especialmente construído para movimentar pequenas cargas. Construção cuidada, ligeira e simultaneamente robusta.

Em todos os campos, seja na indústria, no artesanato ou no comércio, o diferencial "Pequeno DEMAG" encontra-se ao seu dispôr para lhe permitir economizar tempo e dinheiro. A sua amortização é rápida.

Peçam-nos documentação sobre o emprego do "Pequeno DEMAG".

O vosso sucesso será igualmente o nosso.

ROMAR
UMA ORGANIZAÇÃO AO SERVIÇO DA INDÚSTRIA

LISBOA Rua da Boa Vista, 81-C - 83-E Tel. PPC 67 21 61/2/3/4/5

PORTO Rua Sá da Bandeira, 589 Tel. 2 58 71

LOURENÇO MARQUES Av. Manuel de Arriaga, 55-1.º Tel. 4214

LUANDA Largo da República, 29 Tel. 4492

maior for a sua importância, a^f. Alguns cálculos aproximados mostram ainda que o encargo diário para o armador, correspondente a 12.3.3, 12.3.4 e 12.3.5, é da ordem de grandeza da tarifa diária de docagem, que o navio paga. Estamos pois seguros de não errar muito afirmando que, se o prazo razoável for ultrapassado, o custo da encomenda aumenta de

(12.14) $\mathcal{C}^f = 7\, e^f\, (k_x - k_r)$ (contos)

onde e^f é dado pelas seguintes expressões:

.1. *Navios de passageiros, «ferry-boats», navios de guerra e diversos:*

(12.15) $e^f = 4 \,.\, a^f$ (contos/dia)

.2. *Cargueiros, batelões e navios de pesca:*

(12.16) $e^f = 5 \,.\, a^f$ (contos/dia)

.3. *Petroleiros:*

(12.17) $e^f = 15 \,.\, a^f$ (contos/dia)

Na realidade os e^f assim são calculados por excesso, o que tendo em conta o fim em vista, vai tornar o não cumprimento do prazo razoável ligeiramente menos apetecível ao estaleiro. Com efeito, e^f é em maior rigor diferente, consoante o navio f está ou não em doca e, na primeira hipótese, se a sua docagem já se prolongou por mais de 20 dias, (fig. 12.19). No entanto o valor da variação em relação às outras parcelas da penalidade é suficientemente deminuto para preferirmos as expressões (12.15), (12.16) e (12.17), mais simples, embora, repetimos, algo erradas por excesso:

Em resumo:

(12.18) $\mathcal{C}^f = 28\, a^f\, (k_x - k_r)$ para navios de passageiros «ferry-boats», navios de guerra e diversos;

(12.19) $\mathcal{C}^f = 35\, a^f\, (k_x - k_r)$ para cargueiros, batelões e navios de pesca;

(12.20) $\mathcal{C}^f = 105\, a^f\, (k_x - k_r)$ para petroleiros.

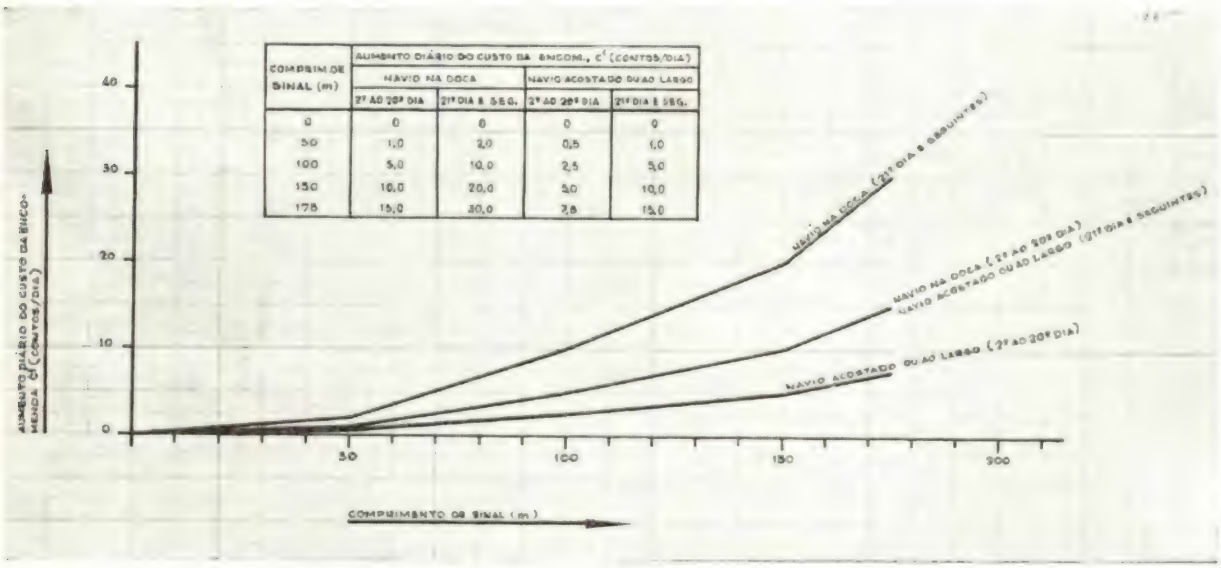
12.4. LUCROS CESSANTES DO ESTALEIRO.

Não é caso inédito o estaleiro perder uma carga provável, por alongar exageradamente o prazo de entrega de certa encomenda. Todavia não há regras fixas para determinar os lucros cessantes correspondentes e toda a situação concreta que surgir terá de ser tratada individualmente.

12.5 PERDA DE PRESTÍGIO DO ESTALEIRO.

12.5.1. *Preliminares.*

Parece sensato admitir que o prestígio comercial do estaleiro sofre tanto mais quanto maior



COMPRIM. DE SINAL (m)	AUMENTO DIÁRIO DO CUSTO DA ENCOM., $\mathcal{C}^f$ (CONTOS/DIA)			
	NAVIO NA DOCA		NAVIO ACOSTADO OU AO LARGO	
	2º AO 20º DIA	21º DIA E SEG.	2º AO 20º DIA	21º DIA E SEG.
0	0	0	0	0
50	1,0	2,0	0,5	1,0
100	5,0	10,0	2,5	5,0
150	10,0	20,0	5,0	10,0
175	15,0	30,0	7,5	15,0

Fig. 12.19 — Aumento diário do custo da encomenda $\mathcal{C}^f$.

é a importância a^f do navio afectado. Por outro lado, sendo

$$T^f_{s_o i_o k_o} = k_o - i_o \tag{12.21}$$

o prazo inicialmente contratado, não há dúvida que a perda de prestígio é tanto mais vincada quanto maior for

$$\frac{k_x - k_r}{k_r - i_x}$$

Finalmente, supondo que a quantidade de trabalho realizada se mantém constante, a repercussão desfavorável dum atraso é tanto mais grave quanto maior é o valor da factura apresentada ao cliente. Em resumo, se p^f for um parâmetro que meça em contos a perda de prestígio do estaleiro por ter atrasado de $(k_x - k_o)$ a data da entrega k_o, contratada para a encomenda f, parece lógico escrever-se

$$p^f = a^f \frac{k_x - k_r}{k_r - i_x} G^f \qquad \text{(contos)} \tag{12.22}$$

Se a encomenda exigir a produção total

$$\sum_h \left(Q_{hss}{}^f + \sum_{j=i_x}^{j=s} P_{hj}{}^f \right)$$

e admitindo que cada Hh produzido contribui *em média* (v. expressão (11.14)) com 0,100 contos para a factura, incluindo materiais, será

$$G^f = 0{,}100 \sum_h \left(Q_{hss}{}^f + \sum_{j=i_x}^{j=s} P_{hj}{}^f \right) \tag{12.23}$$

Por consequência, (v. expressões (10.44) e (10.48)):

$$\left\{ \begin{array}{l} \dfrac{\sum_h \left(Q_{hss}{}^f + \sum_{j=i_x}^{j=s} P_{hj}{}^f \right)}{Q_{s_o i_o}{}^f} > 1{,}25 \\[2ex] p^f = a^f \dfrac{k_x - k_r}{0{,}90\ (k_o - i_o) \sqrt{\dfrac{\sum_h \left(P_{hss}{}^f + \sum_{j=i_x}^{j=s} P_{hj}{}^f \right)}{Q_{s_o i_o}{}^f}}}\ 0{,}100 \left(Q_{hss}{}^f + \sum_{j=i_x}^{j=s} P_{hj}{}^f \right) \end{array} \right. \tag{12.24}$$

$$= 0{,}111 \sqrt{Q_{s_o i_o}{}^f \sum_h \left(Q_{hss}{}^f + \sum_{j=i_x}^{j=s} P_{hj}{}^f \right)}\ a^f \frac{k_x - k_r}{k_o - i_o}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 0{,}75 \leq \dfrac{\sum_h \left(Q_{hss}{}^f + \sum_{j=i_x}^{j=s} P_{hj}{}^f \right)}{Q_{s_o i_o}{}^f} \leq 1{,}25 \\[2ex] p^f = 0{,}100 \left[\sum_h \left(Q_{hss}{}^f + \sum_{j=ix}^{j=s} P_{hj}{}^f \right) \right] a^f \dfrac{k_r - i_x}{k_r - i_x} \end{array} \right. \tag{12.25}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \dfrac{\sum_h \left(Q_{hss}{}^f + \sum_{j=i_x}^{j=s} P_{hj}{}^f \right)}{Q_{s_o i_o}{}^f} < 0{,}75 \\[2ex] p^f = 0{,}087 \sqrt{Q_{s_o i_o}{}^f \sum_h \left(Q_{hss}{}^f + \sum_{j=i_x}^{j=s} P_{hj}{}^f \right)}\ a^f \dfrac{k_x - k_r}{k_o - i_o} \end{array} \right. \tag{12.26}$$

12.6. ACRÉSCIMO DE TRABALHO ESCUSADO (ESTALEIRO).

O atraso dum navio implica a necessidade de realizar certas diligências e trabalhos suplementares, que vão recair quase exclusivamente sobre as pessoas responsáveis pela coordenação. Por um lado há que proceder à redistribuição de espaços e, em certos casos, de equipamento e ferramentas; por outro, há que negociar com os armadores novas datas de entrega, tarefa bastante delicada e penosa.

No caso da LISNAVE há que dar especial relevo à questão dos espaços, pois se a área disponível já é pequena, o comprimento de cais, onde podem atracar navios em reparação, é reduzidíssima em relação àquela. As falhas no cumprimento das datas previstas de entrega de navios acostados geram assim não raro manobras caras e complicadas.

Tão grave como este é o problema das docas. A docagem é objecto de direitos por várias entidades, de acordo com um regulamento de precedências — que, diga-se de passagem, é econòmicamente pouco mais que indesejável e causa frequente de prejuízos importantes, exactamente para os armadores melhor organizados. O atraso dum navio em doca corresponde pois também a muito trabalho extra de coordenação e negociação. Todavia, dado que o acréscimo de trabalho recai exclusivamente sobre o pessoal de coordenação e chefia do estaleiro, em cujas funções se inclui precisamente a resolução pronta e sensata dos problemas anormais (a par da estandardização e verificação de tarefas normais), não contabilizaremos o seu valor em contos para efeitos da regulação da produção.

12.7. IMOBILIZAÇÃO DO NAVIO.

12.7.1. *Navios da Marinha Mercante.*

No custo médio diário da exploração é habitual considerarem-se separadamente os encargos fixos e variáveis, dependendo estes últimos da situação do barco:

.1. A navegar;
.2. Em porto de escala;
.3. Ou em porto de armamento.

Estes custos médios diários baseiam-se implícita ou explìcitamente na hipótese do navio passar x dias a navegar, y em portos de escala e z nos portos de armamento:

(12.27) $x + y + z =$ *período de exploração*

As estatísticas e calendários (refs. 17 e 18), bem como a experiência do estaleiro, permitem afirmar que para a nossa clientela nacional é válida a tabela da fig. 12,20

Seja m^f o custo médio diário no porto de armamento. Qualquer atraso, que aumente z para z_t cifra-se num gasto imprevisto para o armador, que se pode representar por

(12.28) $$m^f (z_t - z)$$

À primeira vista o problema é simples. Todavia quando é que $(k_x - k_o)$ é tão grande que obriga a aumentar z? Para evitar disputas com o armador, é bom partir do princípio que

(12.29) $$z_t - z = 7 \ (k_x - k_o)$$

tanto mais que uma parte substancial do tempo z previsto se destina à execução doutros trabalhos que não reparações: embarque e desembarque de carga e passageiros, reabastecimentos de combustível e aguadas, calibrações de agulhas, desratizações, etc.

Todavia só o atraso $(k_x - k_r)$ é imputável ao estaleiro e deste modo admitiremos que o custo da imobilização dum navio mercante, atrasado para além do prazo razoável, k_r, é

(12.30) $$\mathcal{M}^f = 7 \ m^f \ (k_x - k_r)$$

As figs. 12.21, 12.22 e 12.23 mostram curvas de correlação estatística entre m^f e o comprimento de sinal, que permitem exprimir muito aproximadamente m^f em função de a^f:

.1. Navios de passageiros e «ferry boats»:

(12.31) $$m^f = 13{,}5 \ a^f$$

.2. Cargueiros e batelões:

(12.32) $$m^f = 19{,}5 \ a^f$$

.3. Petroleiros:

(12.33) $$m^f = 43{,}0 \ a^f$$

Tipo de navio	Utilização normal	A navegar		Em porto de escala		Em porto de armamento	
		Dias/ano	%	Dias/ano	%	Dias/ano	%
N.º de passageiros	Costa Oriental	230	63	42	12	83	25
	Costa Ocidental	230	63	33	9	102	28
	Cabo Verde e Guiné	205	56	70	19	90	25
	Ilhas Adjacentes	220	60	65	18	80	22
	América Central	240	66	50	14	75	20
	Oriente	210	58	95	26	60	16
	Média ponderada	230	68	45	12	90	25
Cargueiros	Costa Oriental	165	45	?	?	?	?
	Costa Ocidental	150	41	?	?	?	?
	N. Eur. — C. Ocidental	150	41	?	?	?	?
	Norte da Europa	150	41	115	31	100	28
	América do Norte	160	44	103	28	103	28
	Mercado livre («tram.»)	150	41	?	?	?	?
	Média ponderada	150	41	?	?	?	?
Petroleiros	Costa Ocidental	300	82	?	?	?	?
	Golfo Pérsico	300	82	?	?	?	?
	América Central	300	82	?	?	?	?
	«Time Charter»	300	82	?	?	?	?
	Média ponderada	300	82	?	?	?	?

Fig. 12.20 — Os petroleiros navegam 150 dias carregados e os restantes apenas com lastro.

Por consequência o custo da imobilização do navio poderá exprimir-se por

(12.34) $\mathcal{M}^l = 94{,}5\ a^l\ (k_x - k_r)$ para navios de passageiros e «ferry boats»

(12.35) $\mathcal{M}^l = 136\ a^l\ (k_x - k_r)$ para cargueiros e batelões;

(12.36) $\mathcal{M}^l = 300\ a^l\ (k_x - k_r)$ para petroleiros.

12.7.2. *Navios de pesca.*

Tudo o que atrás dissémos dos navios mercantes se aplica aos de pesca, com a diferença de que as situações a considerar são agora

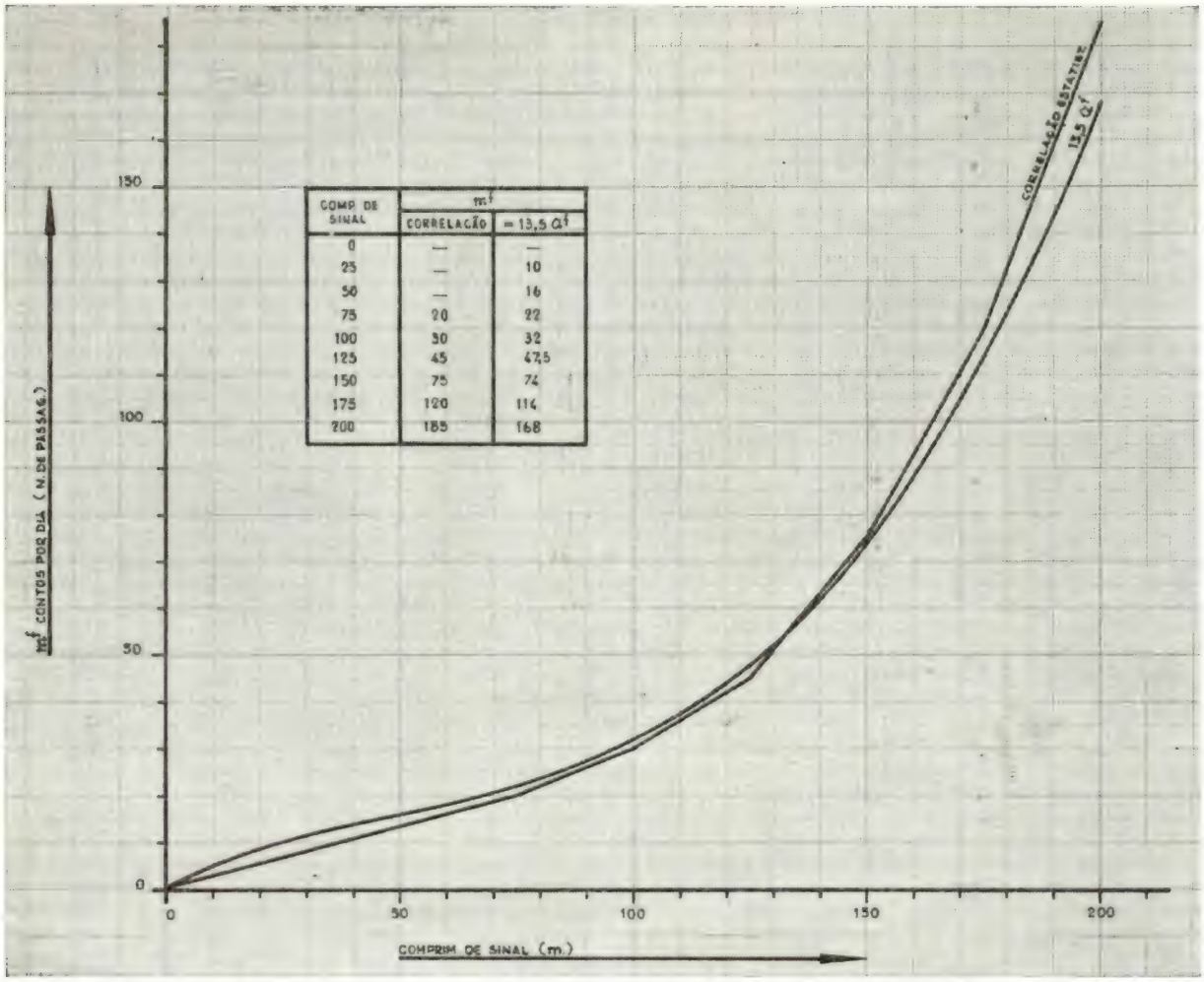
.1. A navegar;
.2. A pescar;
.3. Em porto de escala;
.4. Em porto de armamento.

Notar bem que os barcos de pesca longínqua e do alto, quando em reparação, estão desarmados, mesmo que o seu porto de armamento não seja Lisboa. (Para efeitos da Regulação Sintética da Produção, admitiremos que o seu custo médio diário nesta situação, m^l, é também expresso por (12.32) e, portanto, o custo da imobilização é dado por (12.35).

12.7.3. *Navios de guerra.*

Os custos diários médios podem também calcular-se para os navios de guerra, tal como para os navios de comércio. Simplesmente, por razões óbvias, não nos é possível conhecê-los, para qualquer das situações típicas em que se podem encontrar e que em princípio são as seguintes:

.1. Em reparação;
.2. Em armamento normal:



COMP. DE SINAL	m² CORRELAÇÃO	m² = 13,5 Q²
0	—	—
25	—	10
50	—	16
75	20	22
100	30	32
125	45	47,5
150	75	74
175	120	114
200	185	168

Fig. 12.21 — Correlação entre m^2 e o comprimento de sinal (navios de passageiros).

.2.1. A navegar;

.2.2. Em porto de escala;

.2.3. Na base;

.3. Pronto para combate:

.3.1. A navegar;

.3.2. Em porto de escala;

.3.3. Na base.

Para efeitos de regulação da produção admitiremos que o custo médio diário da exploração dum navio de guerra em reparação é da ordem de 90 a 100 % do dum navio de passageiros com o mesmo comprimento de sinal. Logo, são também válidas para os navios de guerra as expressões (12.31) e (12.34).

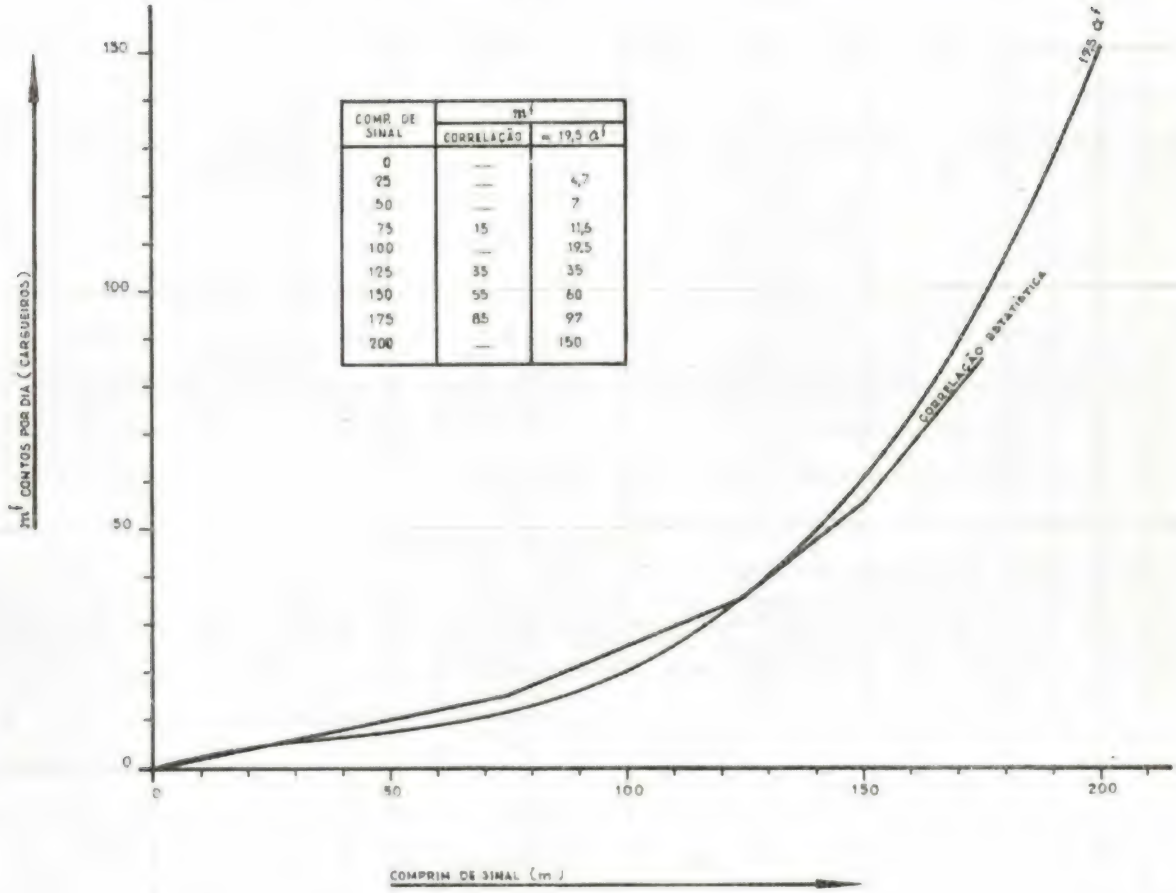
12.7.4. *Navios diversos.*

Não pudémos apurar números consistentes para este caso. Os custos médios diários em reparação serão identificados com os dos navios de passageiros com o mesmo comprimento de sinal, sendo pois válidas para eles as expressões (12.31) e (12.34).

12.8. LUCROS CESSANTES DO ARMADOR.

12.8.1. *Generalidades.*

Os contratos de fretamento de cargueiros e petroleiros incluem por vezes, embora poucas, a obrigação do armador pagar multas, caso não transporte certa quantidade de bens em dado prazo. Se k_x exceder k_o a ponto desta cláusula funcionar, é evidente que aos prejuízos doutra ordem eventualmente sofridos pelo armador, se



COMR. DE SINAL	CORRELAÇÃO	= 19,5 a
0	—	
25	—	4,7
50	—	7
75	15	11,6
100	—	19,5
125	35	35
150	55	60
175	85	97
200	—	150

Fig. 12.22 — Correlação entre m^f e o comprimento de sinal (cargueiros).

junta o valor da multa, $\mathcal{M}^f$. É de salientar, porém, que só é possível entrar com esta variável nos nossos cálculos, na medida em que o armador estiver disposto a prevenir o estaleiro do risco de multas em que incorre, e do seu valor, ao menos aproximado.

Muito mais provável é o aparecimento do problema dos lucros cessantes do armador, bastante difícil de resolver a contento de todos por várias razões, a mais importante das quais é a necessidade de estabelecer para o seu cálculo uma previsão de receitas para o armador, *caso não tivesse havido atraso.*

Em princípio só admitiremos a possibilidade de haver lucros cessantes se, por efeito de $k_x > k_o$, o navio deixar de realizar uma ou mais das viagens oficial ou doutro modo firmemente estabelecidas para o período de exploração em curso. Para além deste nada podemos dizer e seria forçar a nota pretender que o cancelamento, num futuro mais ou menos longínquo, de viagens hipotéticas ou não firmemente contratadas, influenciasse a regulação *actual* da produção.

12.8.2. *Navios de passageiros.*

Suponhamos então que num navio de passageiros com um programa de viagens firmes em carreira regular, que se estenda até uns tantos meses além de k_o, é forçado a atrasar a sua partida de Lisboa em virtude de $k_x > k_o$. Admitiremos que tal vai reduzir o tempo de serviço efectivo durante o período abrangido pela programação existente, — muito embora saibamos que se o atraso na partida é pequeno relativamente à duração normal da viagem, o navio tem boas probabilidades de cumprir mesmo assim todas as viagens programadas, em condições econòmicamente razoáveis.

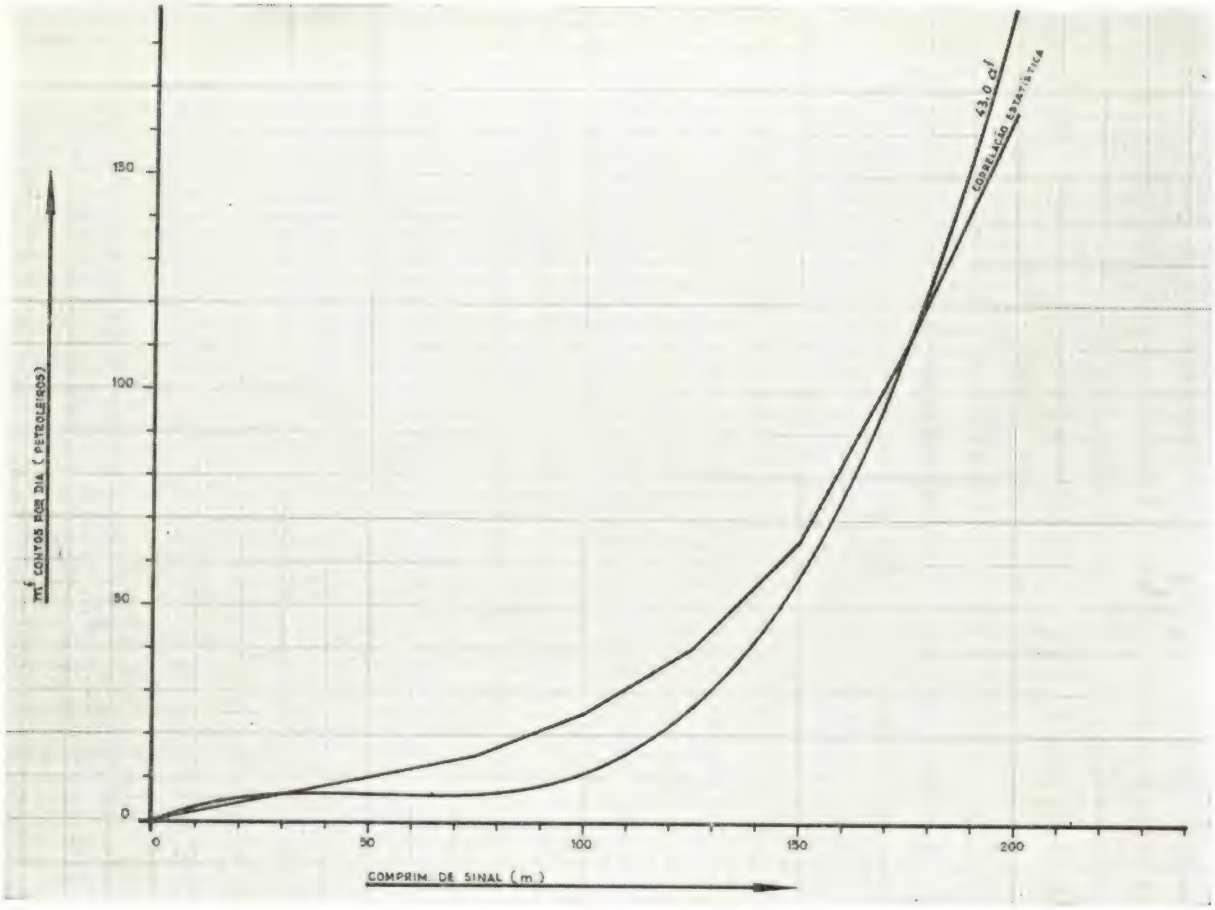


Fig. 12.23 — Correlação entre m^f e o comprimento de sinal (petroleiros).

Como a duração das escalas programadas é cerca de 1/5 do tempo de navegação, (fig. 12.20), e na maioria das vezes irredutível, admitiremos mais que a diminuição do tempo de serviço efectivo se faz exclusivamente à custa do tempo de navegação ou, o que é o mesmo, que

(12.37) $$y = const$$

Por outro lado não parece razoável fazer pesar na Regulação Sintética da Produção os lucros cessantes que resultem de

(12.38) $$k_x < k_r$$

Sem dúvida que possìvelmente eles existirão, mas compete ao armador, e não ao estaleiro, estabelecer os trabalhos a executar no navio, de modo que k_r não exceda largamente k_o. A responsabilidade de cessação de lucros não é com justiça assacável a uma data tardia de entrega do navio, enquanto $k_x < k_r$.

Se o navio de passageiros deixa pois de navegar

(12.39) $$n^f = 7\,(k_x - k_r)\ dias \qquad (k_x > k_r)$$

o armador poupa

(12.40) $$n^f\,(n^f - m^f)\ contos$$

mas não recebe o dinheiro correspondente aos serviços que deixou de prestar. n^f é o custo médio diário a navegar

Chamemos e^f ao custo médio diário em porto de escala. A fig. (12.24) mostra como variam as relações $\frac{n^f}{m^f}$ e $\frac{e^f}{m^f}$, em correspondência com um esquema de exploração tal que, em média

(12.41) $$\begin{cases} x = 230\ dias/ano \\ y = 45 \\ z = 90 \end{cases}$$

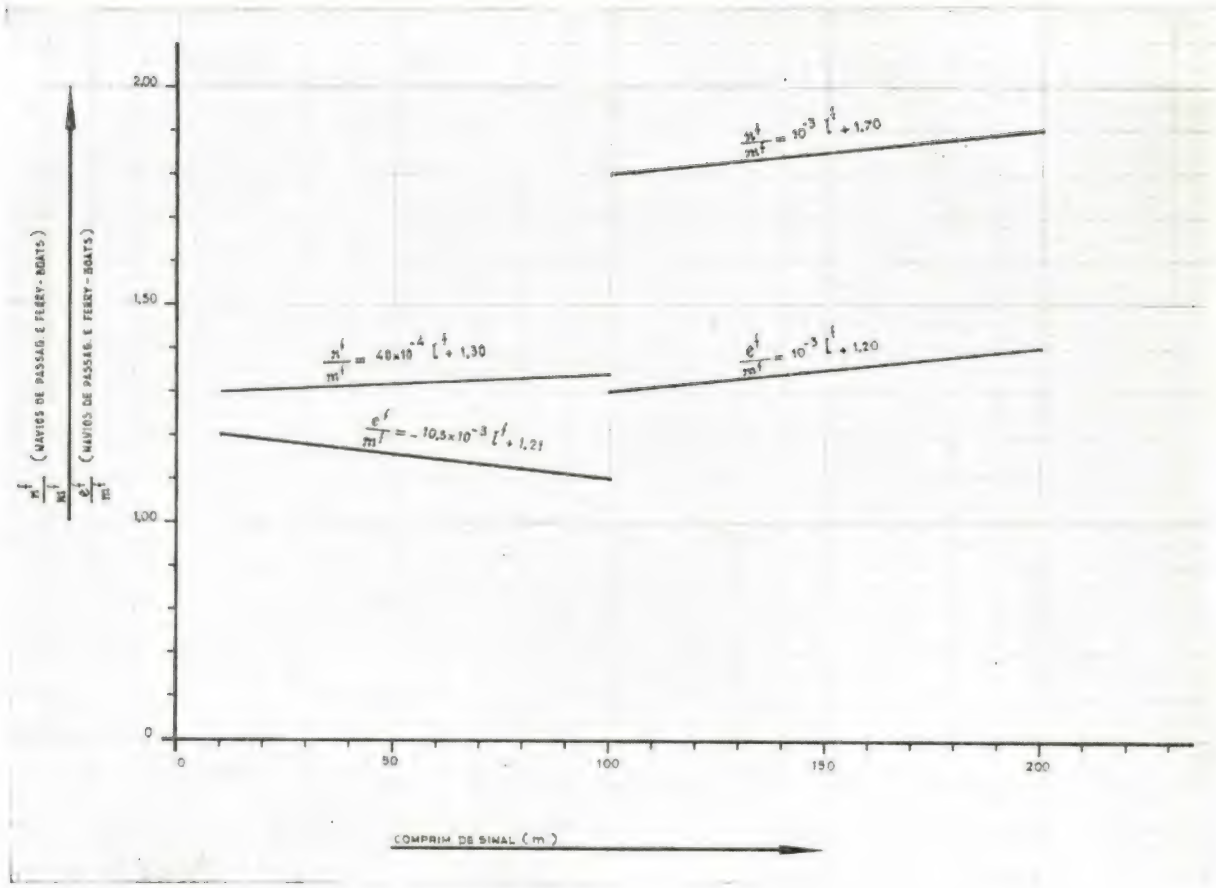


Fig. 12.24 — Correlações entre $\frac{n^f}{m^f}$ e $\frac{\ell^f}{m^f}$, por um lado, e o comprimento de sinal por outro (Navios de passageiros e «ferry-boats»).

Tomando valores médios, podemos escrever (v. expressão (12.31)):

$$(12.42)\quad \begin{cases} \mathcal{L}^f \geqq 100\ m \\ n^f - m^f = (1{,}85 - 1{,}00)\ m^f = 0{,}85\ m^f = \\ \qquad = 11{,}48\ a^f\ contos/dia \end{cases}$$

Admitamos que n^f são dias de viagem com lucros normais. A fig. 12.25 mostra a quantia que, por dias de navegação, o armador pode razoàvelmente esperar vir a receber e que se exprime aproximadamente por

$$(12.43)\qquad 40\ a^f$$

A diferença entre o que deixa de receber e o que deixa de gastar é pois

$$(12.44)\quad \begin{cases} \mathcal{L}^f \geqq 100\ m \\ k_x \geqq k_r \\ \mathcal{L}^f = (40\ a^f - 11{,}48\ a^f)\ n^f = 200\ a^f (k_x - k_r) \end{cases}$$

12.8.3. *Cargueiros.*

Considerações análogas às que acabamos de fazer permitem-nos escrever para os navios de carga geral as expressões abaixo indicadas, (v. figs. 12.25 e 12.26, bem como expressão (12.32):

$$(12.45)\quad n^f - m^f = (1{,}32 - 1{,}00)\ m^f = 0{,}32 m^f = 6{,}25\ a^f$$

$$(12{,}46)\quad \begin{cases} k_x \leqq k_r \\ \mathcal{L}^f = 0 \end{cases}$$

$$(12.47)\quad \begin{cases} k_x \geqq k_r \\ \mathcal{L}^f = \mathcal{P}^f + (60\ a^f - 6{,}25\ a^f)\ n^f = \\ \qquad = \mathcal{P}^f + 376\ a^f\ (k_x - k_r)\ contos \end{cases}$$

12.8.4. *Petroleiros.*

As expressões de lucros cessantes que adopta-

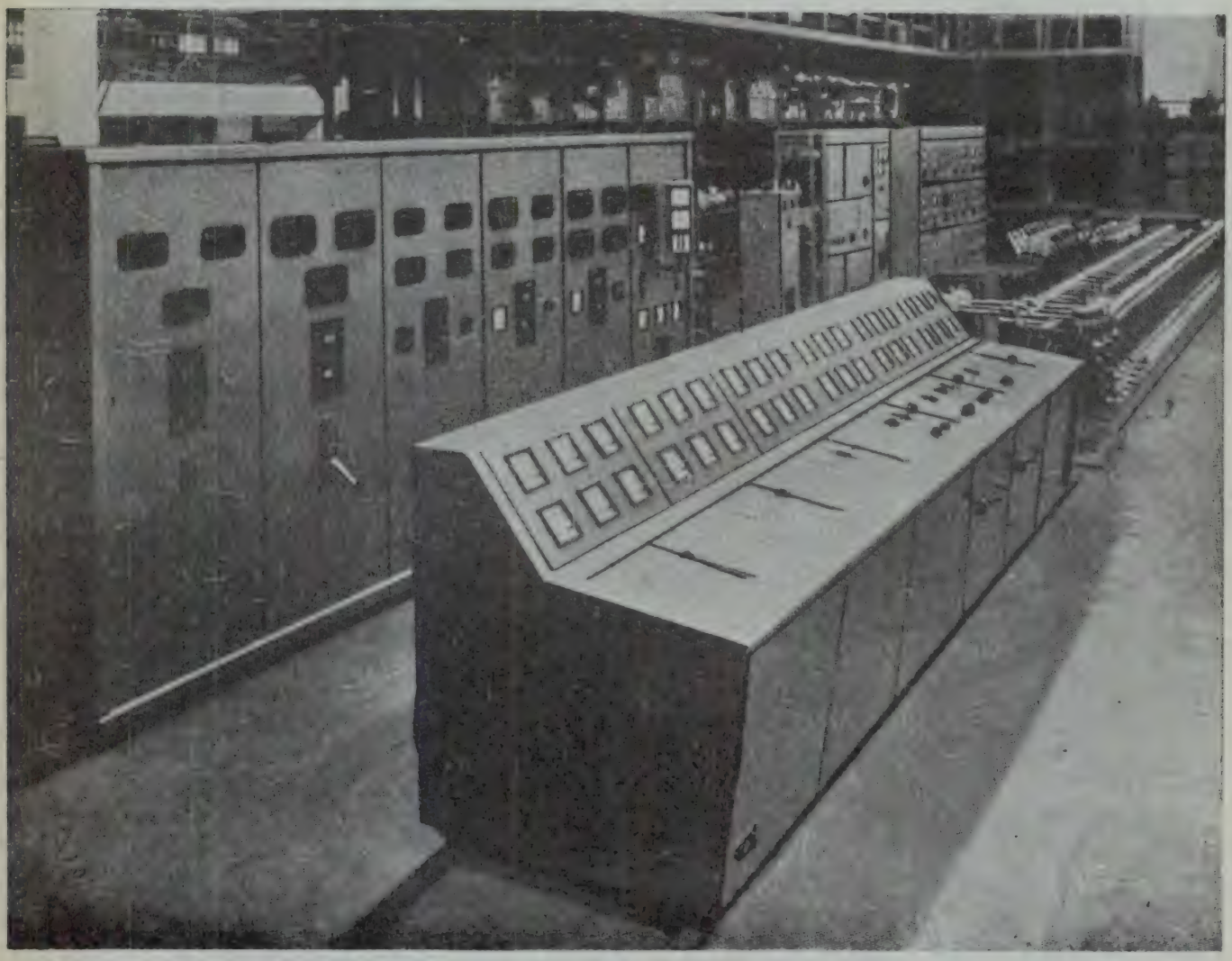
JAYME DA COSTA, L^DA

MECÂNICA E ELECTRICIDADE EM TODAS AS APLICAÇÕES

PORTO
Praça da Batalha, 12
Telef. 2 28 12 (PPC)

LISBOA
Rua dos Correeiros, 14
Telef. 32 70 35 (PPC)

LUANDA
Cx. Postal 5174
Telef. 4743

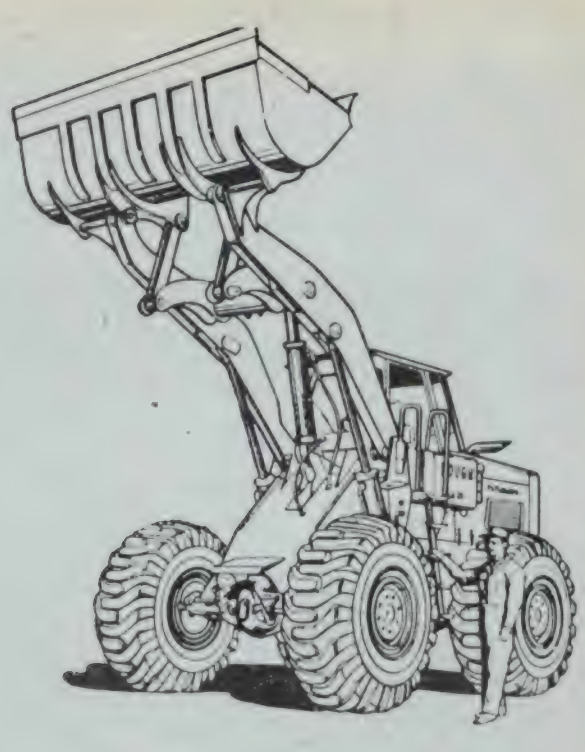


Material fabricado nas nossas oficinas, pronto para expedição

- Fabricação de aparelhagem eléctrica de alta e baixa tensão
- Equipamentos electromecânicos completos para centrais e fábricas
- Postos de transformação tipo monobloco
- Quadros blindados, capsulados e em armário
- Armaduras de iluminação de todos os tipos
- Contadores eléctricos e instrumentos de medida
- Telemedida e telecomando
- Instalações elevatórias de água
- Instalações de saneamento e esgotos
- Ferramentas de corte
- Motores Diesel industriais e marítimos
- Fogões eléctricos
- Frigoríficos
- Ventilação e condicionamento de ar
- Aparelhagem de Raios X e electromedicina

INTERNATIONAL HARVESTER

para
equipamento
de
construção



Consulte a Secção Industrial de

FASSIO, Lda.
20, Rua Jardim do Regedor, 32
Tel. 36 19 02 LISBOA 2

Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações, L.da

(SONDADORA)

SONDAGENS geológicas e geotécnicas — CAPTAÇÕES de águas subterrâneas — REBAIXAMENTOS do nível freático — CONSOLIDAÇÕES E ESTABILIZAÇÃO do solo — INJECÇÕES DE CIMENTO e outros produtos — INFRAESTRUTURAS de barragens, túneis e pontes — FUNDAÇÕES de todos os tipos

Única Empresa da especialidade com sede no Ultramar Português

DELEGAÇÃO - LISBOA
R.S.Pedro de Alcântara, 1
Tel. 32 46 93 e 21 32 56

SEDE - LUANDA
Rua Serpa Pinto, 60
C.P.2178 - Tel.4226

MOÇAMBIQUE
L.Marques - C.P.982 - Tel.74 11 21
Beira - C.P. 1002 - Tel. 71 49 7

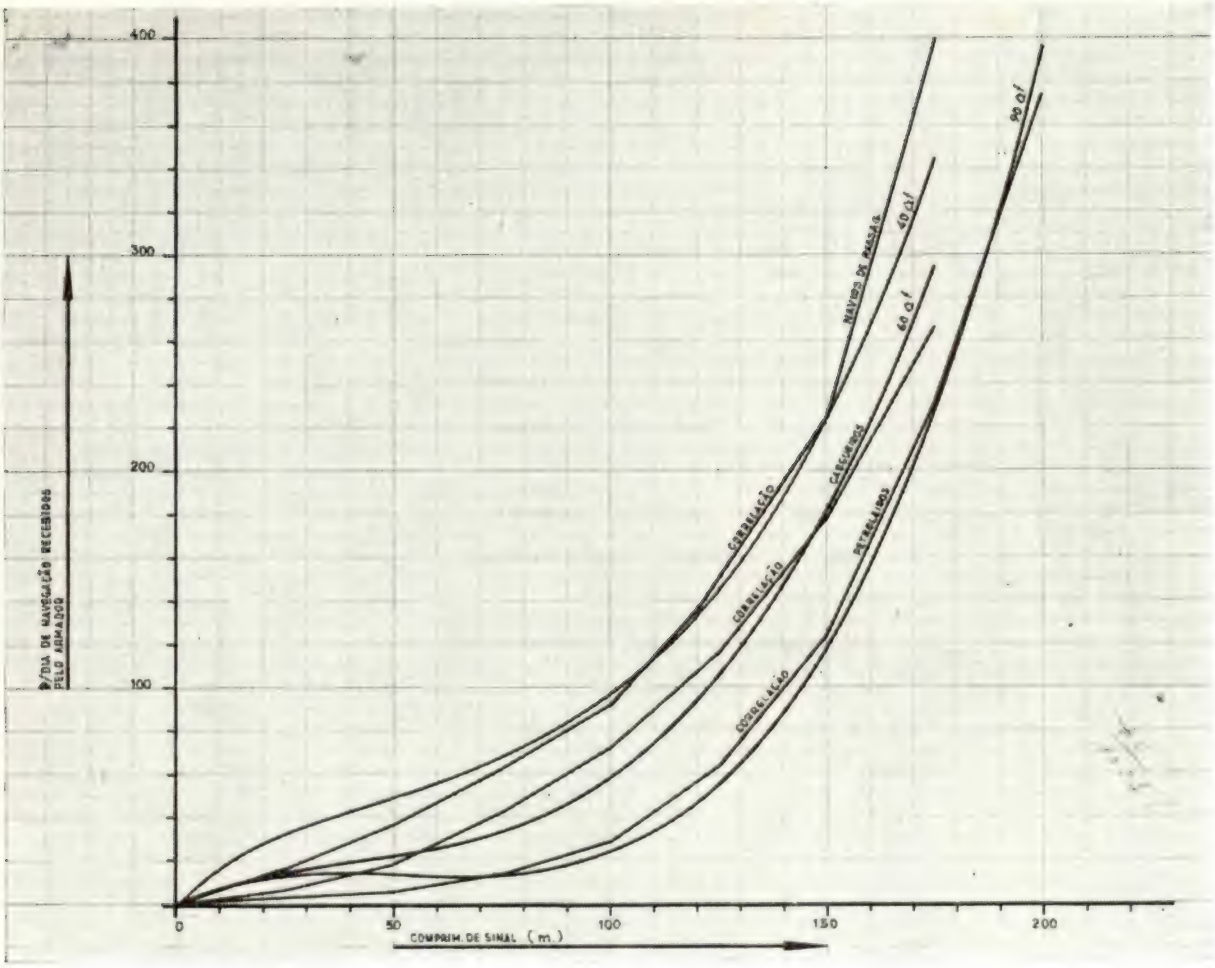


Fig. 12.25 — Correlações entre quantia recebida por dia de navegação e comprimento de sinal (Navios de passageiros, cargueiros e petroleiros).

remos são (v. figs. 12.25 e 12.27, bem como expressões (11.33)):

$$(12.48)\quad n^f - m^f = (1{,}18 - 1{,}00)\, m^f = 0{,}18\, m^f = 7{,}75\, a^f$$

$$(12.49)\quad \begin{cases} k_x \geqq k_r \\ \mathcal{L}^f = \mathcal{V}^f + (90\, a^f - 7{,}75\, a^f)\, n^f = \\ \quad = \mathcal{V}^f + 575\, a^f\, (k_x - k_r) \text{ contos} \end{cases}$$

12.8.5. *«Ferry boats».*

As expressões de lucros cessantes que adoptaremos são (v. figs. 12.25, bem como a expressão (12.31)):

$$(12.50)\quad \begin{cases} \ell^f \leqq 100\ m \\ n^f - m^f = (1{,}32 - 1{,}00)\, m^f = 0{,}32\, m^f = \\ \quad = 4{,}22\, a^f \end{cases}$$

$$(12.51)\quad \begin{cases} \ell^f \leqq 100\ m \\ k_x \geqq k_r \\ \mathcal{L}^f = (40\, a^f - 4{,}22\, a^f)\, n^f = \\ \quad = 250\, a^f\, (k_x - k_r) \text{ contos} \end{cases}$$

12.8.6. *Batelões.*

O facto dos batelões não disporem de meios de propulsão próprios significa que, para eles,

$$(12.52)\qquad n^f = m^f$$

pois a tripulação é sempre a mesma.

Os batelões são em número suficientemente elevado para deles, em regra, não haver falta no Porto de Lisboa. Daí pensarmos ser admissível escrever

$$(12.53)\quad \begin{cases} k_x \leqq k_r \\ \mathcal{L}^f = 0 \end{cases}$$

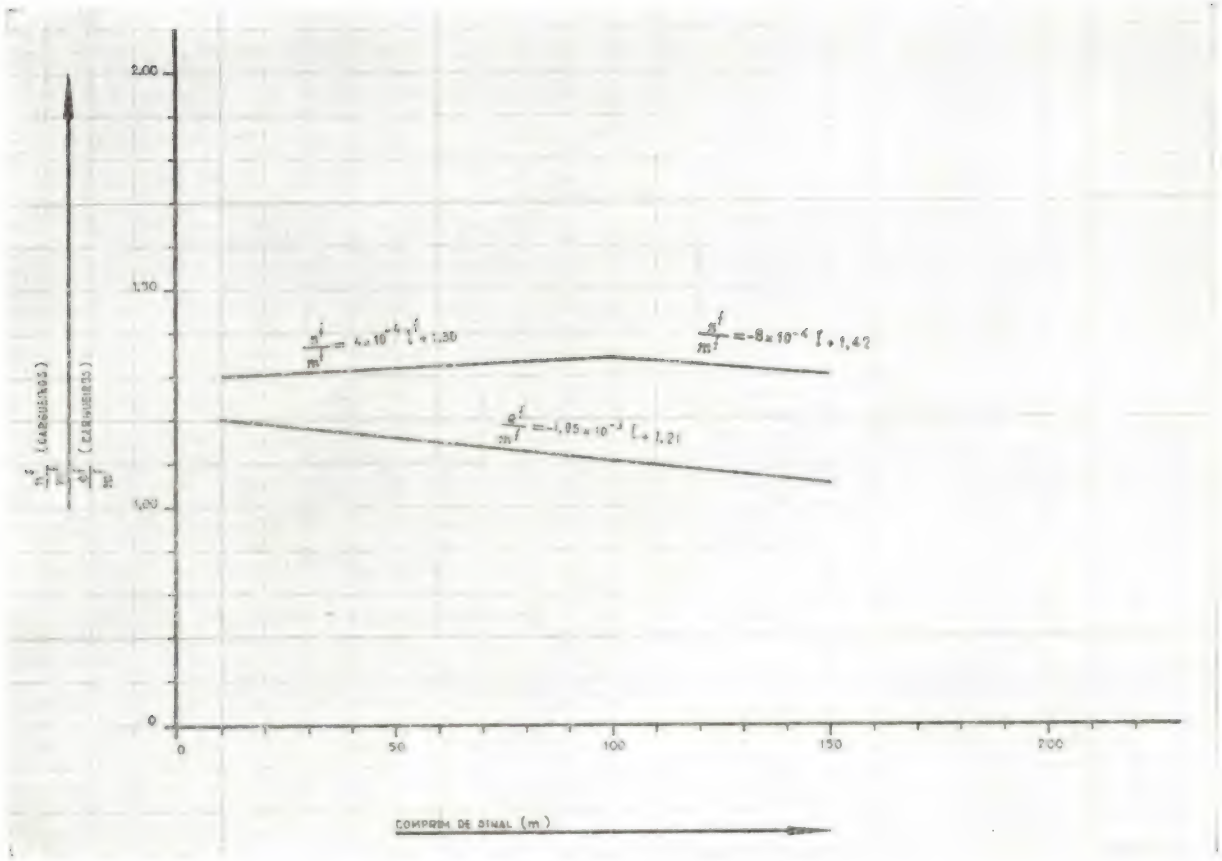


Fig. 12.26 — Correlações entre $\frac{m^f}{m^f}$ e $\frac{\mathcal{L}^f}{m^f}$, por um lado, e o comprimento de sinal, por outro (cargueiros).

$$(12.54)\quad \begin{cases} k_x \geq k_r \\ \mathcal{L}^f = 376\ a^f\ (k_x - k_r)\ \textit{contos} \end{cases}$$

12.8.7. *Navios de pesca longínqua.*

Só há que falar em lucros cessantes no caso do navio atrasar no estaleiro para além de princípios de Março.

Em Junho e Julho aparecem os arrastões, no intervalo entre duas viagens da campanha, pedindo em regra simples trabalhos da rotina de manutenção ou pequenas reparações inadiáveis. Arrastão retido no estaleiro para além de fins de Setembro perde irremediàvelmente o resto da campanha desse ano.

Dado que a pescaria dum navio à linha dura de 18 a 22 semanas por ano e a dum arrastão 15 a 18, adoptaremos as seguintes expressões de lucros cessantes para os navios do bacalhau:

$$(12.55)\quad \begin{cases} 1\ \textit{de Março} \leq k_x \leq 30\ \textit{de Setembro} \\ k_x \geq k_r \\ \mathcal{L}^f = 376\ a^f\ (k_x - k_r) = 8{,}30\ .\ 10^3\ a^f \end{cases}$$

Em todas as restantes hipóteses:

$$(12.56)\qquad \mathcal{L}^f = 0$$

12.8.8. *Navios de pesca do alto.*

O ciclo de pesca é agora muito mais curto e as viagens, embora não rìgidamente programadas quanto a dias de partida e de chegada, não devem ser em número inferior a 10 ou 12 por ano, se se deseja uma exploração anual equilibrada.

Admitiremos também que o atraso $(k_x - k_r)$ vai diminuir apenas o número de dias de pesca previsto por ano, o qual anda entre 150 e 180 dias, ou seja aproximadamente 22 a 25 semanas. As expressões dos lucros cessantes serão portanto

$$(12.57)\quad \begin{cases} k_x \geq k_r \\ \mathcal{L}^f = 376\ a^f\ (k_r - k_x) = 9{,}50\ .\ 10^3\ a^f \end{cases}$$

Em todos os restantes casos

$$(12.58)\qquad \mathcal{L}^f = 0$$

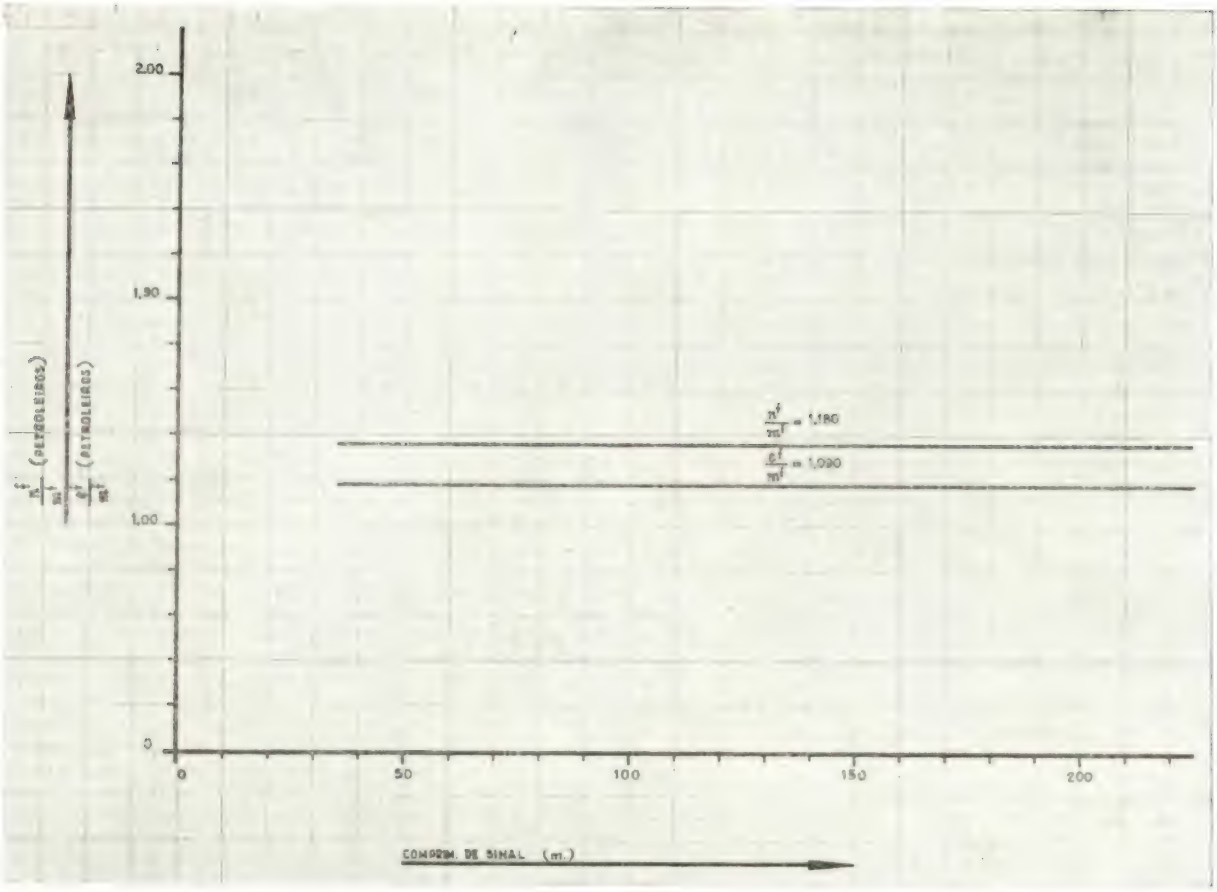


Fig. 12.27 — Correlações entre $\frac{n^f}{m^f}$ e $\frac{\mathcal{L}^f}{m^f}$, por um lado, e o comprimento de sinal, por outro (petroleiros).

12.8.9. *Navios de guerra.*

A valorização directa em escudos dos serviços prestados pelos navios de guerra não nos parece viável, por enquanto. O que podemos dizer, dada a situação política internacional em que nos encontramos, é que tais serviços não valem menos que os dos navios de passageiros nacionais. Por isso adoptaremos as seguintes expressões de lucros cessantes (fictícios, claro) dos navios de guerra:

$$(12.59)\quad \begin{cases} k_\varepsilon \geq k_r \\ \mathcal{L}^f = 200\, a^f (k_\varepsilon - k_r) \end{cases}$$

Nos restantes casos

$$(12.60)\qquad \mathcal{L}^f = 0$$

12.9. PERDA DE PRESTÍGIO DO ARMADOR.

Para efeitos de Regulação Sintética de Regulação do estaleiro, a quebra de prestígio por atraso não tem sentido no que se refere a batelões, navios de pesca, de guerra e diversos, mas tem muita importância para os navios mercantes. É forte a competição e, por conseguinte, regularidade e comprimento das datas contratadas são pontos de honra, que influenciam directamente a preferência de passageiros e fretadores, por certas companhias armadoras, em detrimento das que menos cuidam da sua reputação. O atraso na saída dum navio causa sempre transtorno aos passageiros e fretadores por não serem servidos quando esperam. Uma quebra de prestígio manifesta-se a curto prazo pela quantidade, violência, publicidade e peso social e político dos prostestos ou reclamações que o Armador tem de atender. Parece lógico admitir que a perda de prestígio cresce com a importância comercial relativa do barco a^f, e com o valor de atraso.

Se, como temos vindo a fazer, contarmos apenas a influência de $(k_\varepsilon - k_r)$, podemos tomar a perda de prestígio resultante para o armador como um

novo lucro cessante, em princípio da ordem dos 10 % dos valores calculados no parágr. 12.8.

12.10. ACRÉSCIMO DE TRABALHO ESCUSADO DO ARMADOR.

Sempre que o armador atrasa a saída dum navio, levantam-se às vezes problemas difíceis de resolver, complicados sempre. Antes de mais há que anunciar o atraso a todos os interessados, dentro e fora da Companhia, avisos que assumem as mais diversas formas, telefonemas, memorandos, telegramas, cartas, etc., e que é necessário redigir, escrever e expedir para muitas dezenas, quando não centenas de pessoas. Notar que não se trata apenas dos interesses dos fretadores ou passageiros, pois que o próprio problema das tripulações pode assumir aspectos delicados.

Muitos desses avisos ou não são claramente compreendidos, e os destinatários pedem esclarecimentos, ou são desde logo motivo de reclamações, e é necessário atendê-las com espírito comercial. Em qualquer das hipóteses há trabalho suplementar para muita gente da companhia armadora. É difícil medir todo esse trabalho suplementar. Podemos no entanto, e em primeira aproximação, admitir que cresce com a importância comercial do navio e com o atraso $(k_x - k_r)$, tomando para respectivas expressões analíticas as dos lucros cessantes, tal como calculados em 12.8, multiplicados por factor igual a 0,05.

12.11. EXPRESSÃO ANALÍTICA DAS PENALIDADES.

Em conclusão, de acordo com tudo o que atrás dissémos a expressão geral das penalidades é

$$(12\ 61)\quad \pi^f_{hs_0k_x} = \left[\frac{0{,}100 \sum_h \left(Q_{hss}{}^f + \sum_{j=i_x}^{j=\infty} P_{hj}{}^f \right)}{k_r - i_x} + 0{,}575 + \mathfrak{v}^f + \mathfrak{x} \right] a^f\ (k_x - k_r)$$

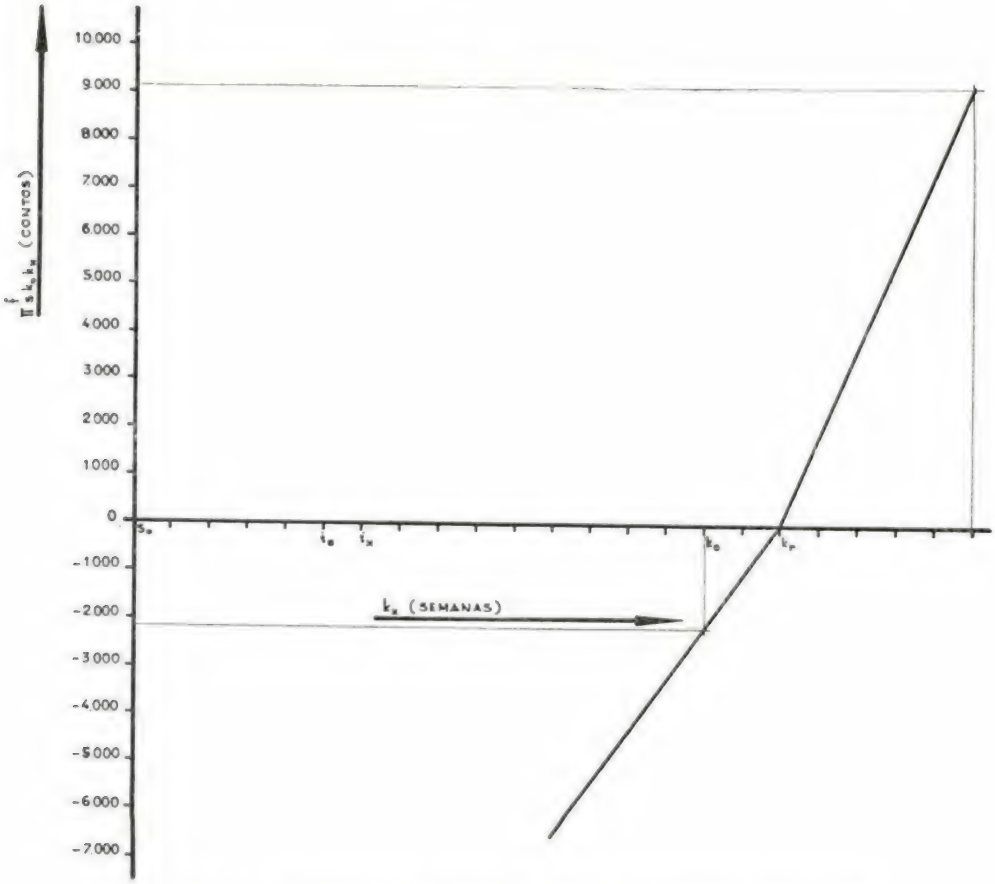
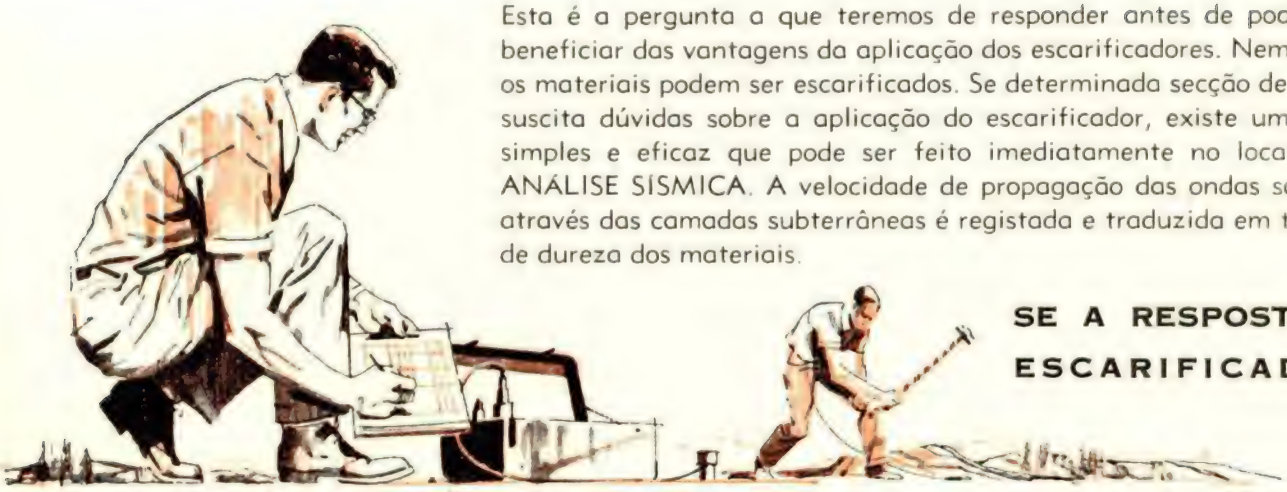


Fig. 12.28 — Penalidades em função do tempo, num exemplo particular.

EXPLOSIVOS OU ESCARIFICADOR?

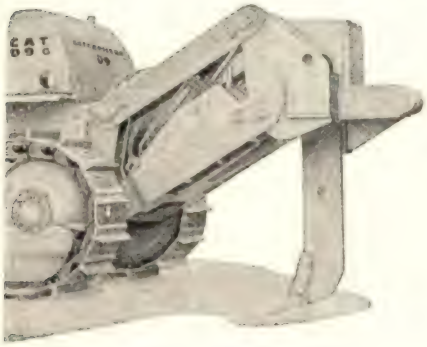
O ESCARIFICADOR PODE SER USADO?



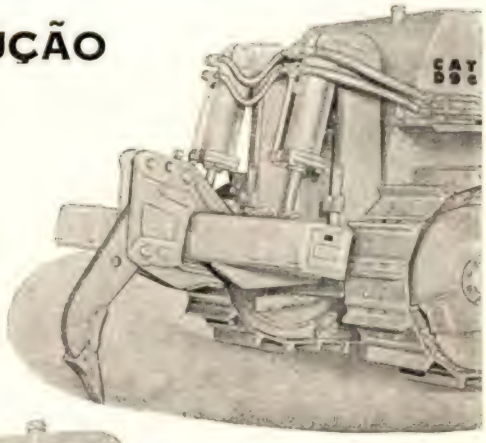
Esta é a pergunta a que teremos de responder antes de podermos beneficiar das vantagens da aplicação dos escarificadores. Nem todos os materiais podem ser escarificados. Se determinada secção de rocha suscita dúvidas sobre a aplicação do escarificador, existe um teste simples e eficaz que pode ser feito imediatamente no local. É a ANÁLISE SÍSMICA. A velocidade de propagação das ondas sonoras através das camadas subterrâneas é registada e traduzida em termos de dureza dos materiais.

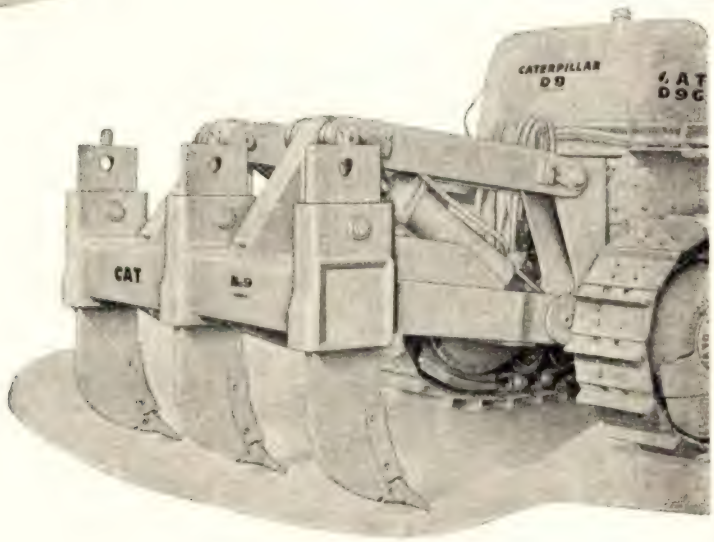
SE A RESPOSTA É ESCARIFICADOR

CATERPILLAR É A SOLUÇÃO



A Caterpillar oferece-lhe uma gama completa de escarificadores inteiramente concebidos para equiparem as máquinas da sua linha.





Distribuidores:

S.T.E.T.

SOCIEDADE TÉCNICA DE EQUIPAMENTOS E TRACTORES, S.A.R.L.

PRIOR VELHO — SACAVÉM

TELEFONES: 251 0001/4

Caterpillar e Cat são marcas registadas de Caterpillar Tractor Co.

P - 0265 - 108

TIP. DUARTE, LDA - LISBOA

O valores de $\mathcal{W}^f$ e $\mathcal{X}$ dependem do tipo de navio considerado e do atraso real:

Tipo de navio	Situação de k_x em relação a k_r	$\mathcal{W}^f$	$\mathcal{X}$	Observações
N. Passageiros	$k_x \leqq k_r$	0	75	
	$k_x \geqq k_r$	0	190	
Cargueiros	$k_x \leqq k_r$	0	105	
	$k_x \geqq k_r$	$\mathcal{W}^f$	320	
Petroleiros	$k_x \leqq k_r$	0	255	
	$k_x \geqq k_r$	$\mathcal{W}^f$	585	
«Ferry Boats»	$k_x \leqq k_r$	0	75	
	$k_x \geqq k_r$	0	205	
Batelões	$k_x \leqq k_r$	0	105	
	$k_x \geqq k_r$	0	300	
N. Pesca longínqua	30-IX $< k_x <$ 1-III e/ou $k_x < k_r$	0	105	
	$1-\text{III} \leqq k_x \leqq 30-\text{IX}$, $k_x \geqq k_r$	0	300	$k_x - k_r \leqq 22$
N. Pesca do alto	$k_x \leqq k_r$	0	105	
	$k_x \geqq k_r$	0	300	$k_x - k_r \leqq 25$
N. de guerra	$k_x \leqq k_r$	0	75	
	$k_x \geqq k_r$	0	180	
N. diversos	$k_x \leqq k_r$	0	75	
	$k_x \geqq k_r$	0	275	

Vejamos um exemplo. Sejam

$$(12.62)\quad \begin{cases} f \equiv \text{reclassificação do navio de passageiros «X»} \\ l^f = 160\ m \text{ (comprimento de sinal)} \\ \sum_h Q_{hs_0 i_0}{}^f = 62500\ Hh \text{ (trabalho inicialmente previsto)} \\ k_0 - i_0 = 10\ sem \text{ (prazo inicialmente previsto)} \\ \sum_h \left(Q_{hss}{}^f + \sum_{j=i_x}^{j=s} P_{hj}{}^f\right) = 100\,000\ Hh \text{ (trabalho actualmente previsto)} \end{cases}$$

Teremos:

$$(12.63)\quad a^f = 6{,}5 \text{ (v. fig. 12.16)}$$

$$(12.64)\quad \frac{\sum_h \left(Q_{hss}{}^f + \sum_{j=i_x}^{j=s} P_{hj}{}^f\right)}{\sum_h Q_{hs_0 i_0}{}^f} = \frac{100\,000}{62\,500} = 1{,}60$$

$$(12.65)\quad \therefore\ \frac{k_r - i_x}{k_0 - i_0} = 1{,}07\ \therefore\ k_r - i_x = 1{,}07\ .\ 10 \cong 11\ sem \text{ (v. fig. 10.14)}$$

Ou seja, se $k_x \leqq k_r$ a expressão de $\pi^f{}_{sk_0k_x}$ será

$$(12.66)\quad \begin{cases} k_x \leqq k_r \\ \pi^f{}_{sk_0k_x} = \left[\dfrac{0{,}100\ .\ 100\,000}{11} + 75\right] . \\ \quad .\ 6{,}5\ (k_x - k_r) = (91 + 75)\ . \\ \quad .\ 6{,}5\ (k_x - k_r) = 1080\ (k_x - k_r) \end{cases}$$

Na hipótese contrária será

$$(12.67)\quad \begin{cases} k_x \geqq k_r \\ \pi^f{}_{sk_0k_x} = (91 + 190)\ .\ 6{,}5\ (k_x - k_r) = \\ \quad = 1825\ (k_x - k_r) \end{cases}$$

Portanto a curva de $\pi^f{}_{sk_0k_x}$ em função de k_x será a que se indica na fig. 12.28.

BIBLIOGRAFIA

1. M. Wormser — *Prevision et Ordonnancement de la Production*
Cursos do INII, Lisboa, 19 a 23 de Mar. 1962
Ed. Instituto Nacional de Investigação Industrial, Lisboa, 1962

2. A. M. Caetano Carreira — *Principios de Planeamento*
Rev. Indústria, Nº 6, Mar. 1961
Ed. Centro de Documentação da CUF, Lisboa, 1961

3. Franklin G. Moore — *Production Control*
Ed. Mc GrawHill Book Co. Inc., Nova Iorque, 1959

4. Jacques Lehmann — *Considérations Théoriques et Pratiques sur le Jugement d'Allure*
Col. Études et Documents CNBOS, série Production, Nº 13ème
Ed. Comité National Belge de l'Organisation, Bruxelas, 1956

5. J. Pires Lourenço — *Análise da Rentabilidade da Empresa*
Rev. Indústria, Nº 4, Out. 1960
Ed. Centro de Documentação da CUF, Lisboa, 1960

6. Samuel Eilon — *Elements of Production Planning and Control*
Ed. The Mac Millan Co., Nova Iorque, 1962

7. G. L. Kesteven — *The Changing Global Fisheries*
Rev. Fishing News International, vol 2, Nº 1, Jan.-Mar. 1963, pág. 9
Ed. Arthur J. Heighway Publications Ltd., Londres, 1963

8. Breves Nouvelles de France, Nº 744, 9 Fev. 1963 págs. 3 e 14
Ed. Direction Géneral des Affaires Culturelles et Technique du Ministère des Affaires Étrangères, Paris, 1963

9. *Swan, Hunter Project for a «Series Production» Ship*
Rev. The Motor Ship, vol. 42, Nº 505, Ago., 1962 pág. 196
Notes and Comments
Idem, Nº 506, Set. 1962, pág. 241
Last Month Shipbuilding Contracts
Idem, Nº 507, Out., 1961, pág. 295
Second Swan, Hunter Standard Ship
Idem, Nº 508, Nov. 1962, pág. 336

10. *Production Control*
Report of a visit to USA in 1951 of a Specialist Team on Production Planning and Control
Ed. British Productivity Council, Londres, 1953

11. Conseils en Organisation — *La Prevision et le Programme des Ventes*
Ed. Les Editions d'Organisation, Paris, 1960

12. I Fournis — *Le Marketing*
Cursos do INII, Lisboa, 7 a 11 Jan. 1963
Ed. Instituto Nacional de Investigação Industrial, Lisboa, 1963

13. *Lista dos Navios Portugueses, Referida a 1 de Janeiro de 1963*
Ed. Ministério da Marinha, Direcção da Marinha Mercante, Repartição Tecnica, Lisboa, 1963

14. C. Ruivo de Carvalho — *Os encargos de exploração nas empresas armadoras*
Boletim da Junta Nacional da Marinha Mercante, Vol. MCMLXI, Nº XLV, pág. 15

15. J. Rodrigues dos Santos — *Alguns Aspectos do Problema do Transporte Maritimo*
Boletim da Junta Nacional da Marinha Mercante, Vol, MCMLX, Nº XLIII, pág. 25
Ed. Junta Nacional da Marinha Mercante, Lisboa, Jan. 1960

16. *Working of Some Liner and Cargo Liner Gompanies 1962-63*
Rev. Fairplay Shipping Journal, Vol. 208, Nº 4, 167, 4th July 1963, pág. 95
Ed. Fairplay Publication Ltd., Londres, Julho, 1993

17. *Itinerários das Carreiras Regulares para 1964*
Ed Junta Nacional da Marinha Mercante, Lisboa, 1963

18. *Estatisticas*
Boletins da Junta Nacional da Marinha Mercante, Vols. MCMLIX a MCMLXIII, Nºs XLIII a LIV
Ed. Junta Nacional da Marinha Mercante, Lisboa

19. *Contas e Dados Estatisticos do Ano de 1956*
Relatório da Administração-Geral do Porto de Lisboa
Ed. Administração-Geral do Porto de Lisboa, Lisboa, 1956
Idem, idem, 1957
Idem, idem, 1958
Idem, idem, 1959
Idem, idem, 1960
Idem, idem, 1961

20. Herbert M. Neuhaus — *A Primer of Scheduling*
Ed. U S. Navy Shipbuilding Scheduling Activity, Filadélfia, Pensilvânia, 1963

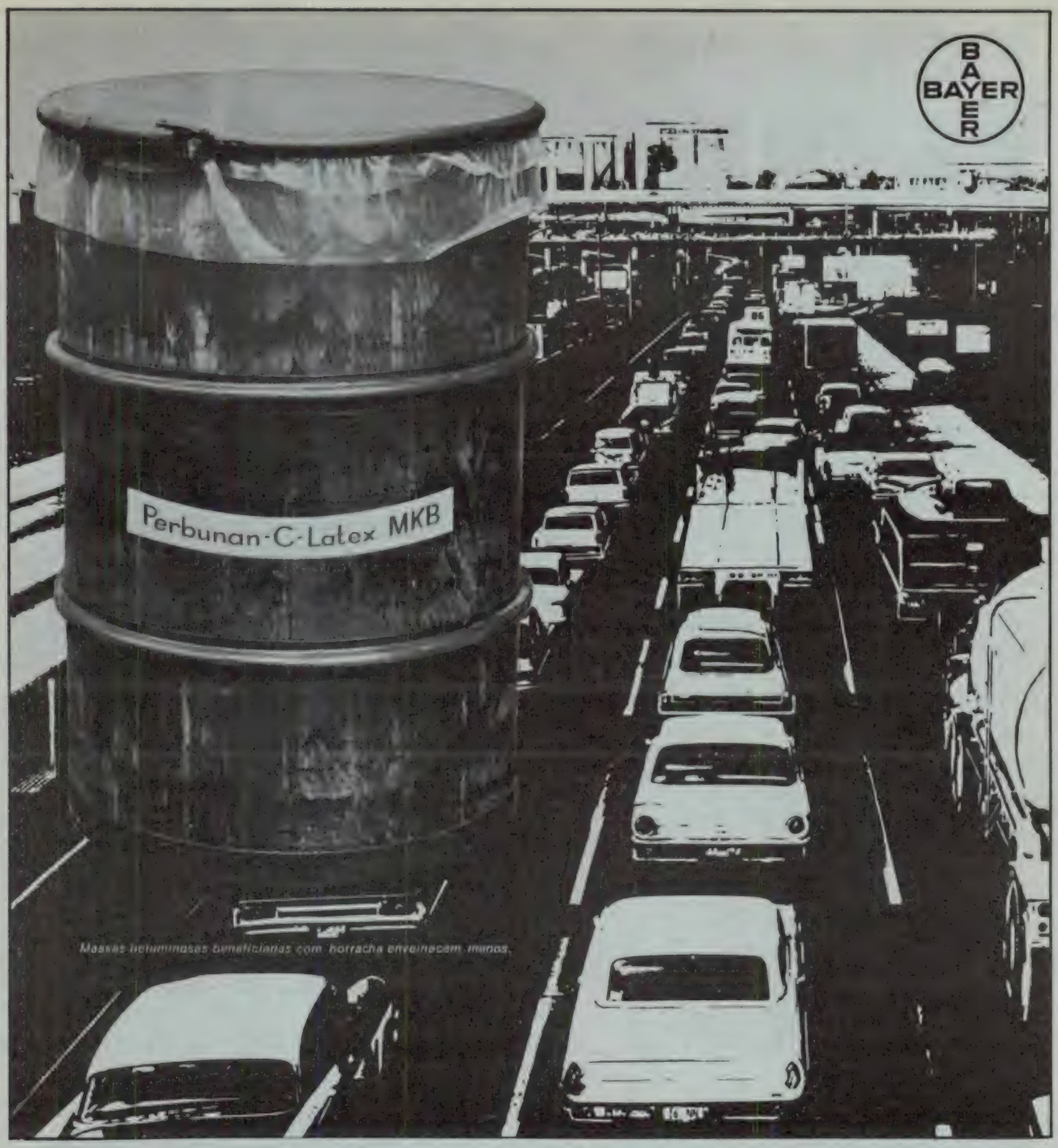
21. Prof. Daniel M. Vieira Barbosa — *Realidades Económicas*
Ed. Centro de Estudos Económicos e Financeiros da Associação Comercial do Porto, 1952

22. *Flutuations in Shipping Values*
Rev. ref. 16, pág. 82

23. *Tarifas — AGPL (e respectivos aditamentos)*
Ed. Imprensa Nacional de Lisboa, Lisboa, 1954

24. B Roy — *Graphes et Ordonnancement*
Rev. Revue Française de Recherche Opérationnelle. 6ème. Année, 4ème. Trim.
Ed. Dunod, Paris, 1962

25. A. Chevalier — *Étude des temps d'exécution, facteur de productivité*
Ed. Delagrave, Paris, 1952



Podem as faixas de rodagem ser beneficiadas com Latex de Perbunan C?

Beneficiando as massas betuminosas com Latex de Perbunan C obtêm-se faixas de rodagem de alta qualidade com propriedades excelentes. Quer se trate de asfalto vulgar, de betão de asfalto ou de massas betuminosas de vedação, pela adição de pequenas quantidades de Latex de Perbunan C consegue-se uma maior estabilidade do tapete de asfalto, tanto com temperaturas altas como baixas. O desgaste é menor, a estabilidade maior. Evita-se que o asfalto escorra e que se forme um piso ondulado, especialmente nas estradas com declive. Com o Latex de Perbunan C reduz-se a tendência para abrir fendas.

Além dos melhoramentos técnicos resulta do emprego do Latex de Perbunan C em faixas de rodagem uma redução do número de reparações e com isto uma redução de despesas e outras vantagens de ordem económica.

Escreva, por favor, aos nossos representantes se desejar saber mais alguns pormenores.

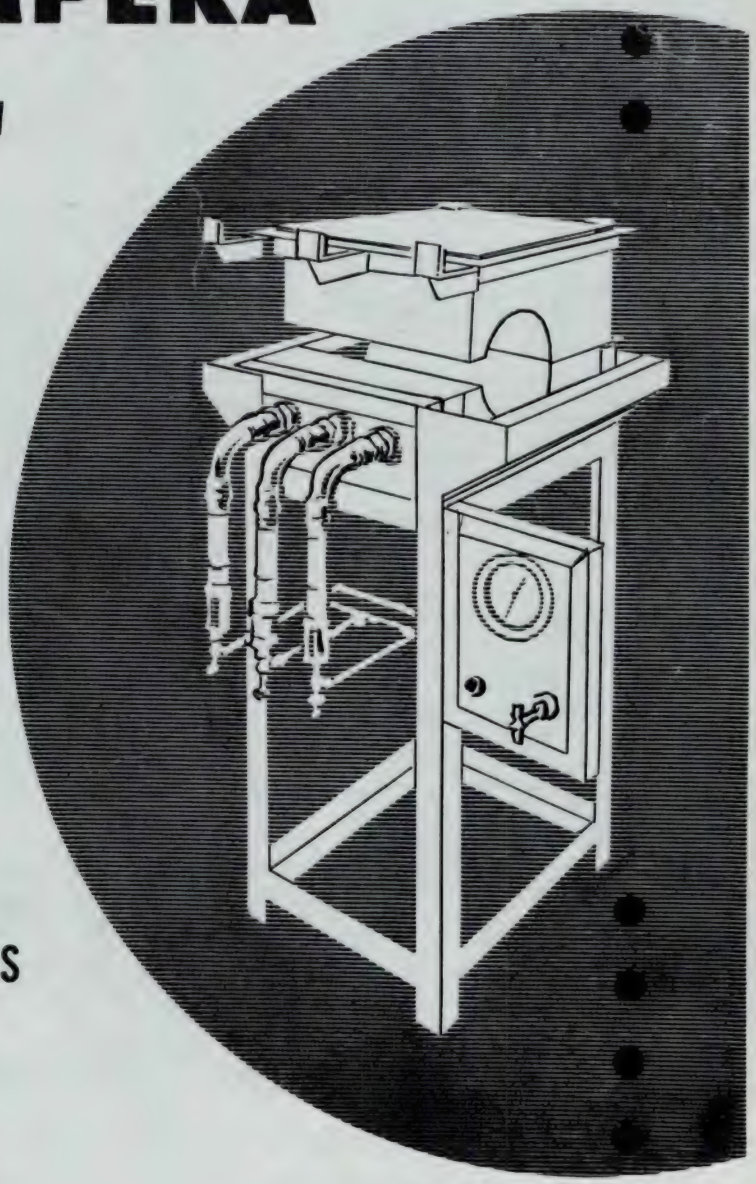
S.A.R.L. QUIMICOR, Representante em Portugal
Lisboa: Rua Sociedade Farmacêutica, 3, Tel. 421 94
Porto: Rua de Santos Pousada, 441, Tel. 541 41

3185

perbunan c BAYER

FORNOS DE FORJA E DE TÊMPERA

AQUECIDOS A ***PROPACIDLA***



UTILIZAÇÕES:
Forja, têmpera
e recozimento
nas indústrias
METALO-MECÂNICAS

PROPACIDLA

O MELHOR GÁS AO SERVIÇO DA INDÚSTRIA

C. D. U. 624.07 [012.47] 2.2 : 518.5

A UTILIZAÇÃO DE COMPUTADORES NO DIMENSIONAMENTO DE VIGAS DE BETÃO PRÉ-ESFORÇADO

POR LUCIANO LOBO
Engenheiro Civil

RESUMO

Refere-se o presente trabalho à elaboração pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil de dois programas para a verificação e dimensionamento de secções pré-esforçadas pós-tensionadas.

O primeiro programa «Cálculo de verificação de vigas pré-esforçadas pós-tensionadas» permite, como o seu nome indica, a verificação pormenorizada de 4 secções (a meio vão, a um terço de vão, a um sexto de vão e junto aos apoios). Para cada uma das secções o cálculo fornece os seguintes resultados: características geométricas das secções, não homogeneizada, homogeneizada e composta, tensões normais nas fibras inferior e superior nas diferentes fases, tensões principais oblíquas, momentos de rotura, momentos flectores máximos devidos à sobrecarga a absorver pelas secções e quantidades de material por metro linear de viga.

O segundo programa «Escolha de secções óptimas para vigas pré-esforçadas pós-tensionadas» permite a concepção e verificação pelo próprio computador, da secção ideal sob os aspectos estrutural e económico, considerando quaisquer especificações que de antemão se imponham no relativo a formas geométricas e a materiais a utilizar. Desta forma, fornecendo ao computador ùnicamente as solicitações devidas às sobrecargas, as características e custos unitários dos materiais e quaisquer condicionamentos (se se desejarem impor) quanto ao dimensionamento geométrico da secção (por motivos arquitectónicos ou de reutilização de cofragem) o computador além de fornecer através dos resultados do cálculo os elementos que pormenorizam geomètricamente a secção óptima, dão ainda o pré-esforço inicial e final, perdas de pré-esforço, características da secção, não homogeneizada, secção homogeneizada e secção composta, tensões individuais correspondentes às diferentes solicitações, tensões iniciais e finais, tensões principais oblíquas, momento de rotura, coeficientes de segurança relativamente à rotura, quantidades de material e custo total por metro linear de viga.

1 — INTRODUÇÃO

No âmbito das actividades a que o Laboratório Nacional de Engenharia Civil se tem dedicado, inclui-se a da automatização de cálculos de engenharia civil. Esta actividade traduz-se na elaboração de programas relativos a cálculos de vária índole: estruturas de edifícios, pontes, barragens, estradas, etc.

Estes programas são na maioria dos casos elaborados tendo em vista a sua utilização no computador electrónico NCR-ELLIOTT 803-B instalado neste Laboratório e a eles podem recorrer todos os interessados.

Entre os programas recentemente concluídos, dois há, que respeitam a vigas de betão pré-esforçado pós-tensionado: «Programa de cálculo de verificação de vigas pré-esforçadas pós-tensionadas» e «Programa de escolha de secções óptimas para vigas pré-esforçadas pós-tensionadas».

Apresenta-se em seguida uma descrição destes programas e de alguns resultados obtidos pela sua utilização.

2 — CÁLCULO DE VERIFICAÇÃO DE VIGAS PRÉ-ESFORÇADAS PÓS-TENSIONADAS

2.1 — *Descrição*

Como o seu título indica trata-se dum programa de cálculo de verificação de vigas pré-esforçadas pós-tensionadas de secção transversal constante.

As secções a verificar, em número de quatro, localizam-se a meio vão, a um terço do vão, a um sexto do vão e junto aos apoios, na aresta de transição da alma para o topo da viga.

Para a elaboração dum cálculo, torna-se necessário fornecer os seguintes dados:

— Características dos materiais a utilizar.
— Definição, por meio de faixas, da forma da secção da viga, que pode ser simples ou composta.
— Vão, altura da viga e altura total, incluindo a espessura adicional devida à betonagem posterior.
— Espaçamento entre eixos de vigas.
— Distância do apoio esquerdo às secções a verificar.
— Distância da fibra superior da viga ao centróide do pré-esforço na secção a meio vão.
— Carga uniformemente distribuída de pavimentação (ou outra equivalente, no caso de se tratar de coberturas).
— Momentos flectores e esforços transversos nas secções a verificar, devidos às sobrecargas.
— Pré-esforço inicial e área de aço dos cabos de pré-esforço.

Para o cálculo de verificação, admitiu-se que a trajectória resultante dos cabos de pré-esforço é uma parábola e que o pré-esforço é aplicado numa única fase. Como é corrente, o cálculo considera ùnicamente como perdas de pré-esforço, as devidas à fluência e retracção do betão e relaxação das armaduras, dado que as outras perdas de pré-esforço dependem essencialmente do sistema utilizado, obrigando consequentemente à sua particularização. O cálculo toma em consideração a transformação das secções transversais nas diferentes fases de construção. Assim, para efeitos do cálculo das tensões devidas ao pré-esforço e peso próprio da viga, considera-se a existência de vazios devido às baínhas dos cabos de pré-esforço. Efectuada a injecção dos tubos de pré-esforço, a secção já é afectada pela homogeneização ocorrida, sendo como tal considerada no cálculo das tensões devidas à betonagem posterior de outros elementos (1).

(1) — Se bem que por vezes tal constitua prática construtiva, não se admitiu aqui a execução de cavaletes para suporte das vigas pré-fabricadas durante a betonagem posterior dos elementos estruturais que intervirão na formação da secção composta. Como é evidente, tal prática tem como objectivo a absorção dos esforços provenientes desta betonagem posterior pela secção composta, ao invés da secção simples como aqui se admitiu.

Finalmente, há a considerar a secção total ou composta para efeito do cálculo das tensões devidas às solicitações posteriores como revestimentos e sobrecargas.

O cálculo efectuado pelo computador, indica para as 4 secções verificadas, os seguintes elementos: características geométricas das secções, não homogeneizada, homogeneizada e composta, tensões normais nas fibras inferior e superior, nas diferentes fases, tensões principais oblíquas, momentos de rotura e coeficientes de segurança contra a rotura, momentos flectores máximos devidos às sobrecargas que as secções poderão absorver em face das tensões de segurança estabelecidas e, por último, quantidades de material por metro linear de viga.

2.2 — *Exemplo*

Para melhor elucidação das possibilidades deste programa, apresenta-se uma exemplificação da sua utilização, fig. 1 a 6.

Seja o caso de se pretender fazer o cálculo de verificação duma viga de secção composta, com o vão de 25 m, nas secções a meio vão (secção 0), a um terço do vão (secção 1), a um sexto do vão (secção 2) e junto aos apoios (secção 3). Os dados para o cálculo constam das fig. 1 e fig. 2.

Os resultados encontram-se pormenorizados nas fig. 3 e 4, recorrendo-se para a interpretação dos símbolos utilizados, às folhas de notações apresentadas nas fig. 5 e 6.

3 — ESCOLHA DE SECÇÕES ÓPTIMAS PARA VIGAS PRÉ-ESFORÇADAS PÓS-TENSIONADAS

3.1 — *Descrição*

Sendo extremamente difícil ao projectista de vigas pré-esforçadas conceber a secção julgada mais conveniente sob os aspectos estrutural e económico, antes de efectuadas múltiplas tentativas, o presente programa poderá transformar-se num instrumento decisivo, pois concebe, dentro dos limites adiante indicados, (campo de variação dos parâmetros) a secção ideal sob o aspecto estrutural e de custo mínimo. Esta secção pode ser condicionada a quaisquer especificações, de forma geométrica ou de materiais, que prèviamente se imponham. Para tal torna-se indispensável a definição geométrica dum conjunto

de secções, através de um conjunto de parâmetros, como a seguir se fará.

3.1.1 — Designando por h_v a altura duma determinada secção pré esforçada e por b a largura que essa secção possui na sua face superior, e que tem como limite máximo o espaçamento d entre eixos de vigas (arbitrado para o cálculo dos esforços devidos às solicitações exteriores) é possível definir em função de h_v e de b um conjunto de formas de secção, desde que se recorra a um certo número de parâmetros.

Assim, designando a largura do banzo inferior por αb, a espessura da alma por βb, a espessura do banzo superior por δh_v, a espessura do banzo inferior por γh_v as inclinações dos esquadros de transição dos banzos para a alma por λ e ε, e finalmente por a' a espessura sobreposta da laje betonada posteriormente, fàcilmente se verifica que, com as variações destes parâmetros e suas combinações, se poderão obter formas seccionais, desde a viga I, à viga T ou à laje maciça. Igualmente se poderá obter uma viga T invertida, com laje sobreposta ou laje intercalar. Enfim, poder-se-á obter uma grande variedade de formas, desde que sejam largos os campos de variação dos diferentes parâmetros.

No presente caso, considere-se que para uma determinada altura de secção pré-esforçada h_v e para uma determinada largura de banzo superior b, o número máximo de valores que os parâmetros poderão tomar são os seguintes: α, 8 valores; βb, 5 valores; δh_v 3 valores; γh_v 3 valores; λ 1 valor; ε 1 valor; a' 2 valores.

O número máximo de combinações (ou formas seccionais) que se poderão realizar com este conjunto de parâmetros é pois de: $8 \times 5 \times 3 \times \times 3 \times 1 \times 1 \times 2 = 720$.

Permitindo que a largura do banzo superior, desde o limite inferior até ao limite superior, tome 18 valores, para cada altura de secção pré-esforçada, o número total de formas seccionais será de $18 \times 720 = 12.960$.

Admitindo que um engenheiro demora a calcular uma secção, com os pormenores de cálculo apresentados pelo computador, cerca de um dia, precisaria de 12 960 dias, ou seja cerca de 40 anos de trabalho contínuo, para calcular todas as possibilidades, dentro da gama indicada de variação paramétrica, para um único valor de h_v.

Note-se porém, que grande parte das combinações possíveis dos parâmetros não se realizam, pois especificando os dados dimensionamentos mínimos, todos os parâmetros que conduzem a dimensões inferiores àqueles mínimos são desde logo eliminados, e assim excluídos de possíveis combinações. Seja por exemplo o caso de se indicarem os seguintes valores do parâmetro α: $\alpha_1 = 0{,}20$, $\alpha_2 = 0{,}40$, $\alpha_3 = 0{,}60$, $\alpha_4 = 0{,}80$, $\alpha_5 = 1.00$, $\alpha_6 = 1.25$, $\alpha_7 = 1.50$, $\alpha_8 = 2.00$, e de se haver especificado, que a largura mínima do banzo inferior seria de 30 cm. Se dentro da selecção dos b, se tiver a considerar $b = 40$ cm, só a partir do α_4 é que aquele condicionamento mínimo se satisfaz e portanto reduziu-se imediatamente o número de parâmetros de 8 para 5, o que por si só, já significa uma notável redução de combinações. Com os outros parâmetros sucede o mesmo.

Além disso, havendo conveniência de se especificar de antemão o dimensionamento final de qualquer elemento dimensional da secção, como altura, larguras ou espessuras, como tantas vezes sucede, ou por questões arquitectónicas ou de estandardização, o número total de combinações será, além da afectação dos condicionamentos mínimos, igualmente afectado pela especificação de tais parâmetros. É o caso de, por exemplo, se desejar que a secção apresente determinadas espessuras para os banzos superior e inferior, e para a alma. Não entrando para já, em conta com a eliminação doutros parâmetros por imperativos de dimensionamento mínimo, como já indicado, o número total de combinações para cada altura h_v, seria em vez das 12 960 atrás referidas, de:

$$n = 18 \times 8 \times 2 = 288$$

3.1.2 — Seleccionados pelo computador, para uma determinada altura de viga h_v, um certo número de parâmetros, o computador procede em seguida, ordenadamente, à composição das secções, determinação das suas características geométricas, cálculo dos momentos e esforços transversos e por fim à determinação do pré-esforço necessário, de acordo com as tensões de segurança impostas. Como é evidente, muitas das secções ficam assim eliminadas. As restantes, isto é, as estruturalmente adequadas, são então sujeitas a uma selecção baseada no custo

da viga por metro linear, custo este que inclui o custo do betão da viga, o custo do betão da laje (incluindo o custo de certa percentagem de aço), custo de cofragem e custo do aço de pré-esforço.

Como resultado da comparação dos custos por metro linear, vão-se eliminando todas as secções (ou seja todos os conjuntos de parâmetros que as definem) que apresentem um custo superior a um mínimo já atingido. Desta forma se consegue, para uma altura de viga h_v, a determinação da secção óptima, dentro dos condicionamentos que de antemão se impuseram ao computador, tais como tensões de segurança, dimensões especificadas, etc.

Porém, se a altura da viga h_v não se encontrava especificada, era necessário continuar o procedimento anterior para outros h_v na vizinhança, de forma a que se pudesse determinar o mínimo absoluto da curva dos custos. Tal implica a admissão duma continuidade, e mais, que o mínimo absoluto local seja realmente um mínimo absoluto ao longo do campo de variação dos h_v e não, um mínimo relativo. Determinado este mínimo absoluto, encontrar-se-ia, como é evidente, a secção óptima. Os resultados posteriormente analisados confirmaram estas hipóteses.

3.1.3 — Os dados a fornecer ao computador, são os que constam da fig. 7 e 8, incluídos a título de exemplo e referentes ao caso tratado em 3.2.2, alínea *a*). A folha número 1 de dados (fig. 7) é preenchida com elementos referentes ao vão da viga, espaçamento entre eixos de vigas, momentos flectores e esforços transversos devidos às sobrecargas e cargas de pavimentação, espessura da laje da faixa de rolagem, características dos materiais, dimensões mínimas a admitir para a secção, dimensionamentos finais a impor e finalmente custos unitários. A folha número 2 de dados (fig. 8) é preenchida com os diferentes valores que constituem a gama da variação dos diferentes parâmetros.

No cálculo seguido admitiu-se a aplicação do pré-esforço numa única fase, e, como anteriormente, consideraram-se ùnicamente como perdas de pré-esforço, as devidas à fluência e retracção do betão e relaxação das armaduras. O cálculo considera a transformação progressiva da secção transversal, como em 2.1 se descreveu.

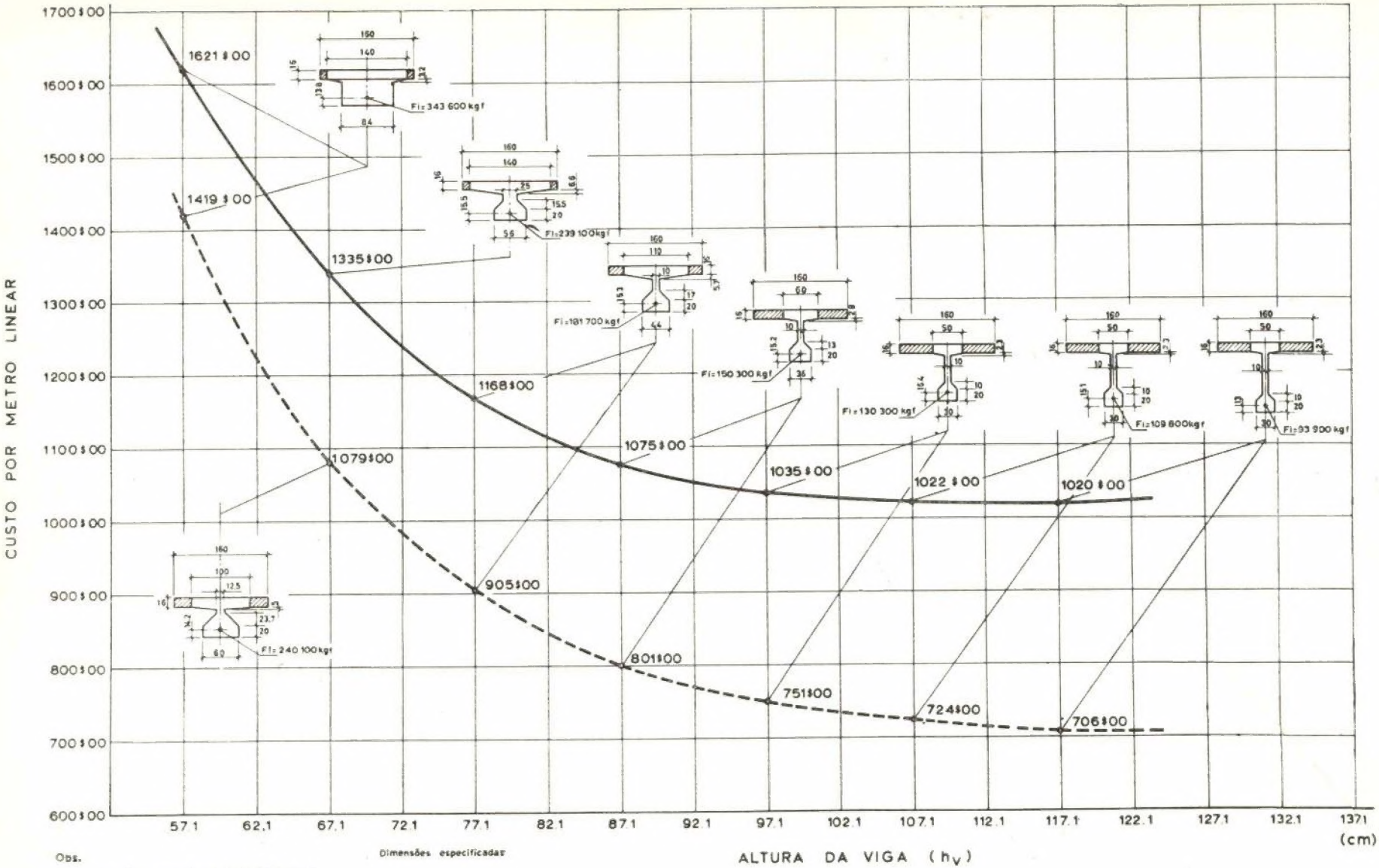
Os resultados do cálculo, para cada secção óptima, além de darem o seu dimensionamento pormenorizado, dão ainda o pré-esforço inicial e final, perdas de pré-esforço, características da secção não homogeneizada, secção homogeneizada e secção composta, tensões individuais correspondentes às diferentes solicitações, tensões iniciais e finais, tensões principais oblíquas, momento de rotura, coeficiente de segurança em relação à rotura, quantidade de material por metro linear, isto é, volume de betão da viga, volume do betão correspondente a betonagem posterior, peso do aço de pré-esforço e superfície de cofragem, e por último o custo por metro linear da viga. A fig. 9 apresenta os resultados para a secção óptima ($h_v = 152$ cm) do exemplo a que respeitam os dados das fig. 7 e fig. 8. As figs. 10, 11 e 12 contêm as notações utilizadas.

3.2 — *Aplicação do programa*

3.2 — Seja o caso de se desejar determinar o conjunto de secções óptimas ao longo do campo de variação das alturas, para uma viga com o vão de 10.00 m, sujeita a um momento flector devido às sobrecargas de $6{,}5 \times 10^6$ kgf.cm e em que se especificam de antemão as seguintes dimensões:

Espessura do banzo superior	16 cm
Espessura do banzo inferior	20 cm
Inclinação do esquadro de transição do banzo superior	0,114
Inclinação do esquadro de transição do banzo inferior	1
Espaçamento entre eixos de vigas . .	150 cm
Espessura da laje de faixa de rolagem	16 cm

Recorde-se que, apesar da especificação de 2 parâmetros variáveis (espessuras do banzo superior e inferior), o número total de secções preliminarmente possíveis para cada altura h_v é de cerca de 1440, das quais será seleccionada a mais satisfatória sob o ponto de vista estrutural e económico. A curva n.º 1 do gráfico I apresenta, sob a forma de curva traçada em função da altura da viga h_v (no eixo das abcissas) e do custo da viga por metro linear (no eixo das ordenadas) o conjunto das secções óptimas no campo considerado de variação das alturas (se bem que no gráfico não se encontrem os pontos correspondentes a alturas superiores a 117,1 cm,



Obs.

Curva nº1 (inclue o custo da cofragem) ——

Curva nº2 (exclue o custo da cofragem) - - -

Dimensões especificadas

$d = 160$

$\delta h_v = 16$

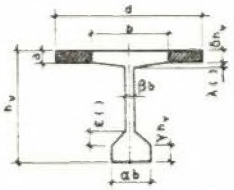
$\gamma h_v = 20$

$\varepsilon = 1$

$\lambda = 0{,}114$

$a = 16$

$d = 0$



Nota Todas as dimensões são em centímetros

GRÁFICO I